

C&S SIG

Concepção e Implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa usando software de código aberto e livre

João Silvestre Correia

Trabalho de Projecto apresentado como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
da Universidade Nova de Lisboa

Concepção e implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa usando software de código aberto e livre

Trabalho de projecto orientado por

Professor Doutor Pedro da Costa Brito Cabral

Setembro 2011

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho que agradecer a todos que contribuíram para a sua concretização. Nomeadamente:

Ao Professor Doutor Pedro Cabral, primeiro como professor e depois como orientador do projecto, dando imenso apoio, excelente orientação e pelo facto de estar disponível sempre que fosse necessário.

A todos os outros professores do curso do mestrado C&SIG.

Ao Parque Nacional da Gorongosa e a todos os funcionários e colaboradores do projecto de restauração do parque.

À Franziska Steinbruch e ao Samuel Kusangaya dos Serviços Científicos do Parque Nacional da Gorongosa pelo apoio prestado e pela disponibilização de dados e documentos.

Ao Giovanni Manghi da Faunália pelos esclarecimentos prestados relativamente ao pmapper.

Finalmente à minha esposa Alice, pelos momentos de apoio, incentivo e encorajamento.

***"O que mais dói na miséria é a ignorância que ela tem de si mesma.
Confrontados com a ausência de tudo, os homens abstêm-se do sonho,
desarmando-se do desejo de serem outros."***

Mia Couto

Concepção e implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa usando software de código aberto e livre

RESUMO

O Parque Nacional da Gorongosa (PNG), localizado no distrito de Gorongosa, na província central de Sofala em Moçambique, é um parque em restauração possuindo um ecossistema e uma fauna bastante ricos. Possuindo o PNG uma vasta quantidade de dados espaciais pretende disponibilizá-los através de um WebSIG, para os potenciais utilizadores, tais como turistas, pesquisadores e funcionários do parque para tarefas diárias e de gestão. Para tal, usaram-se os softwares de código aberto e livre MapServer, um servidor de mapas, o PostgreSQL/PostGIS, um SGBD espaciais e não espaciais, o pmapper, um *framework* que corre sobre o MapServer e o Quantum GIS, uma aplicação SIG *desktop*. Outras tecnologias usadas, também de código aberto, foram o servidor Web Apache e a linguagem PHP/MapScript. Com a aplicação WebSIG do PNG, os utilizadores terão acesso de uma forma fácil e amigável a diversas informações geográficas do PNG podendo, entre outras coisas, ampliar, reduzir, movimentar ou pedir informações sobre as camadas, imprimir ou desenhar os mapas.

Design and Implementation of a web mapping in Gorongosa National Park using free and open source software

ABSTRACT

The Gorongosa National Park (GNP), located in the district of Gorongosa, in the central province of Sofala in Mozambique, is a park in restoration possessing an ecosystem and a very rich fauna. GNP has a vast amount of spatial data that needs to be available through a WebGIS to the potential users such as tourists, researchers and park staff for daily tasks and management. To do this, it have been used free and open source software MapServer, a map server, PostgreSQL / PostGIS, a spatial and non spatial DBMS, pmapper, a framework that runs on a MapServer GIS and Quantum GIS a GIS desktop application. Other technologies that have been used which are also open source are the Web server Apache and PHP / MapScript. With the PNG WebGIS application, users will have access easy and friendly, to different PNG's geographic information, and may even, among other things, expand, reduce, move or make inquiries about the layers, print or draw maps.

Palavras-chave

MapServer

Pmapper

Sistemas de Informação Geográfica

Software de Código Aberto e Livre

WebSIG

Keywords

MapServer

Pmapper

Geographic Information Systems

Free and Open Source Software

WebGIS

ACRÓNIMOS

API – *Application Programming Interface*
BMP – *Bitmap Image File*
CGI – *Common Gateway Interface*
DHTML – *Dynamic Hipper Text Mark-up Language*
DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine*
DWF – *Design Web Format*
ESRI - *Environmental Systems Research Institute*
FITS - *Flexible Image Transport System*
GDAL - *Geospatial Data Abstraction Library*
GIF – *Graphics Interchange Format*
GML – *Geography Markup Language*
GNU/GPL – *GNU General Public License*
GPS – *Global Positioning System*
GUI – *Graphical User Interface*
HTML – *Hipper Text Mark-up Language*
HTTP – *Hypertext Transfer Protocol*
IUCN – *União Internacional para Conservação da Natureza*
LBS – *Location Based Services*
MS4W – *MapServer for Windows*
NASA - *National Aeronautics and Space Administration*
OGC – *Open Geospatial Consortium*
OWS – *Open Web Service*
PDA – *Personal Digital Assistant*
PNG – *Parque Nacional da Gorongosa*
PDF – *Portable Document Format*
SGDB – *Sistema de Gestão de Base de Dados*
SIG – *Sistemas de Informação Geográfica*
SIGD – *Sistemas de Informação Geográfica Distribuídos*
WCS – *Web Coverage Service*
WebSIG – *Sistemas de Informação Geográfica Distribuídos pela Internet*
WFS – *Web Feature Service*
WMS – *Web Map Service*

WPS – *Web Processing Services*

WWW – *World Wide Web*

XML – *Extensible Markup Language*

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
PALAVRAS – CHAVE	vi
ACRÓNIMOS	vii
KEYWORDS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objectivos	2
1.3. Estrutura geral e conteúdo do projecto	3
2. ESTADO DA ARTE	4
2.1. Introdução	4
2.2. Os Sistemas de Informação Geográfica	4
2.3. A Internet e os SIG	5
2.4. WebSIG	7
2.4.1. Mapas estáticos na Web	9
2.4.2. Mapas dinâmicos na Web	10
2.5. O estado actual do WebSIG	11
2.6. WebSIG aplicados à conservação e parque nacionais	14
2.7. Conclusões	14
3. O SOFTWARE ABERTO E LIVRE PARA SIG	16
3.1. Introdução	16
3.2. O software de código aberto e livre	16
3.3. Softwares desktop de código aberto.....	18
3.3.1. Quantum GIS (QGIS).....	19
3.3.2. GRASS (<i>Geographic Resource Analysis Support System</i>)	19
3.3.3. gvSIG	20
3.3.4. uDIG (<i>User-friendly Desktop Internet GIS</i>)	21
3.3.5. SAGA (<i>Software for Automated Geoscientific Analysis</i>)	21
3.4. Software de código aberto de detecção remota	22

3.4.1. ImageJ	22
3.4.2. OSSIM (<i>Open Source Software Image Map</i>)	23
3.4.3. OpenEV	23
3.4.4. ILWIS (<i>Integrated Land and Water Information System</i>)	24
3.4.5. Opticks	24
3.5. Software de código aberto de WebSIG	25
3.5.1. IMS do lado do servidor	25
3.5.1.1. MapServer	25
3.5.1.2. GeoServer	25
3.5.1.3. MapGuide Open Source	26
3.5.2. Ferramentas de navegação do lado do cliente	26
3.5.2.1. OpenLayers	26
3.5.2.2. MapFish	27
3.6. Software de código aberto de base de dados espaciais	27
3.6.1. PostGIS	27
3.6.2. GearScape	27
3.7. Conclusão	28
4. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DE GORONGOSA (PNG)	30
4.1. Introdução	30
4.2. Localização do PNG	30
4.3. História do PNG	31
4.4. A estrutura do PNG e a necessidade de dados espaciais	34
4.5 Conclusão	39
5. DESENVOLVIMENTO DO WEBSIG DO PNG	40
5.1. Introdução	40
5.2. Softwares utilizados no desenvolvimento do WebSIG do PNG	40
5.2.1. MapServer	40
5.2.2. pmapper	44
5.2.3. PostgreSQL/PostGIS	44
5.3. Criação do interface do WebGIS do PNG	45
5.3.1. MapServer. Instalação do MS4W (<i>MapServer for Windows</i>)	45
5.3.2. Instalação do PostgreSQL/PostGIS e criação da base de dados	48
5.3.3. Instalação do pmapper	51

5.4. O interface e as funcionalidades implementadas	54
5.5 O serviço WFS do WebSIG do PNG	61
5.6. Conclusão	66
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	67
6.1. Conclusões	67
6.2. Limitações e recomendações	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Principais tecnologias envolvidas no WebSIG.....	13
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Área de estudo	31
Figura 2 – Exemplo de ficheiro Mapfile.....	41
Figura 3 – Operações básicas de uma aplicação MapServer.....	43
Figura 4 – Estrutura de directórios do MS4W.....	47
Figura 5 – Face do navegador para MS4W bem instalado.....	47
Figura 6 – Stack Builder para instalação de PostGIS.....	48
Figura 7 – Selecção do PostGIS no Stack Builder.....	49
Figura 8 – Criação da base de dados espacial no PostgreSQL/PostGIS.....	49
Figura 9 – Editor SQL do PostgreSQL/PostGIS.....	51
Figura 10 – Base de dados espacial PNG.....	51
Figura 11 – Estrutura do MS4W e ficheiros do pmapper.....	52
Figura 12 – pmapper na lista das aplicações.....	52
Figura 13 – Esquema geral do funcionamento do WebSIG do PNG.....	54
Figura 14 – Janela inicial do WebSIG do PNG.....	55
Figura 15 – WebSIG do PNG depois de activadas algumas camadas.....	55
Figura 16 – TOC das principais categorias e expansão de uma camada.....	56
Figura 17 – Ferramenta “selecção”.....	57
Figura 18 – Ampliação (<i>zoom in</i>) da camada seleccionada e respectiva tabela...	58
Figura 19 – Ferramenta “ <i>tool tip</i> ”.....	58
Figura 20 – Aplicação da ferramenta para desenhar.....	59
Figura 21 – Operações sobre camadas.....	60
Figura 22 – Opções de impressão.....	60
Figura 23 – Resultado da busca no WebSIG.....	61
Figura 24 – Etiqueta “Metadado” para activar WFS.....	62
Figura 25 – Activação do WFS no QGIS.....	63
Figura 26 – Criação da conexão ao Mapfile no QGIS (I).....	63
Figura 27 – Criação da conexão ao Mapfile no QGIS (II).....	64
Figura 28 – Visualização no QGIS das camadas disponíveis no Mapfile.....	64
Figura 29 – Visualização no QGIS da camada seleccionada.....	65
Figura 30 – Gravação da camada obtida via WFS.....	65

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Segundo a IUCN (2011), uma área protegida é um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e gerido, por meios legais ou outros meios eficazes, para alcançar a conservação a longo prazo da natureza com os serviços dos ecossistemas associados e valores culturais. Entre as várias categorias de áreas protegidas encontramos o “Parque Nacional”. Parque nacional é uma área designada para proteger a integridade ecológica de um ou mais ecossistemas para a presente e as futuras gerações e para fornecer oportunidades recreativas, educacionais, científicas e espirituais aos visitantes desde que compatíveis com os objectivos do parque (IUCN, 2011).

Com uma área de cerca de 4000 quilómetros quadrados, o Parque Nacional da Gorongosa (PNG) situa-se na zona limite sul do Grande Vale do Rift Africano. O Parque abarca a área plana do vale e partes dos planaltos que o circundam. A planície é irrigada pelos rios que nascem na Serra da Gorongosa, a qual chega a atingir os 1862 metros de altitude. A Gorongosa é uma região com grande diversidade de espécies e características ecológicas únicas (Parque Nacional da Gorongosa, 2011).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são reconhecidos como um componente essencial da gestão de áreas protegidas, possibilitando a captura, gestão, análise e visualização de todas as formas de informação geograficamente referenciados. Uma base de dados SIG utiliza hardware e software para integração de dados geográficos a partir de uma ampla gama de escalas espaciais e temporais, incluindo imagens de satélite actuais e históricas, fotografias aéreas, levantamentos aéreos e terrestres. O SIG permite actualizações regulares de base de dados, análise e produção de diversos mapas temáticos, entre os quais mapas turísticos. Mapas são ferramentas eficazes para os visitantes do parque assim como para funcionários e administradores. Ajudam na comunicação e troca de ideias entre os gestores, entre o público assim como a comunidade académica, uma vez que são capazes de fornecer uma simples visualização de objectos e áreas de interesse.

Actualmente o acesso à Internet está bastante vulgarizado. A fusão da tecnologia SIG com a Internet introduziu uma nova área de aplicação denominada WebSIG, i.e., SIG baseado na Web. O termo "WebSIG" refere-se às aplicações que distribuem dados espaciais para os usuários através de um navegador Web. Dependendo das capacidades do software, os utilizadores podem exibir, consultar e analisar dados geográficos remotamente através de um navegador Web. Porque é uma maneira relativamente barata de divulgação de dados espaciais e funcionalidade GIS básica, WebSIG tornou-se amplamente utilizada por ambas as organizações públicas e privadas. Uma boa parte da base funcionalidade do SIG desktop já está disponível aos usuários interagir com bases de dados SIG através da World Wide Web ou uma intranet. Os benefícios de um WebSIG incluem: a) capacidade para distribuir dados SIG e funcionalidade para um grande público; b) os utilizadores não precisam comprar o software SIG; c) os utilizadores normalmente não precisam de um treino extensivo (Bonnici, 2005).

Com a implementação de um WebSIG no PNG será possível disponibilizar informação geográfica aos diferentes departamentos do parque que necessitem dela para o seu trabalho diário, assim como aos turistas, aos estudantes, aos pesquisadores e ao público em geral, em qualquer tempo e em qualquer lugar.

1.2. Objectivos

O Parque Nacional da Gorongosa opera em diversas áreas tais como turismo, biodiversidade, conservação e gestão de vida selvagem. Em todas as suas áreas de actividades, o parque opera com grandes volumes de dados espaciais. Disponibilizar, através da internet, mapas e todas as informações espaciais tem múltiplas vantagens: facilita a planificação e a execução dos trabalhos de outros departamentos do parque; o turista passa a conhecer melhor o local que vai visitar e pode planificar melhor a sua visita ao parque; os estudantes e pesquisadores terão online dados e informações para trabalhos ou pesquisas relacionados com o parque; e por fim, a comunidade em geral que passa a conhecer melhor o parque. Por outras palavras o WebSIG aproxima o parque das pessoas.

Os objectivos deste projecto são:

- Criar um WebSIG de referência para distribuição e difusão de dados e informações geográficas relevantes relacionados com o parque;
- Facilitar o acesso e a consulta de mapas interactivos por parte de potenciais clientes do parque de maneira que eles possam tomar melhores decisões relativamente a visita ao parque;
- Facilitar os estudos e as pesquisas relacionados com o parque sempre que se necessite de dados espaciais;
- Facilitar o acesso aos dados e aos mapas por parte de outros trabalhadores do parque;
- Mostrar a grande fiabilidade e funcionalidade do software aberto e livre.

1.3. Estrutura geral e conteúdo do projecto

O relatório do projecto está estruturado em 6 capítulos. No capítulo 1 faz-se uma introdução ao projecto, definem-se os objectivos, explica-se a metodologia usada e dá uma visão geral da estrutura do projecto. No capítulo 2 descreve-se de uma maneira geral o estado da arte do software aberto e livre com enfoque nas tecnologias SIG e WebSIG. No capítulo 3 faz-se a descrição e a comparação de diversos softwares abertos e gratuitos de SIG, WebSIG, base de dados espaciais e Detecção Remota. São descritas as principais características dos softwares. No capítulo 4 a estrutura e a organização do PNG, são descritas de uma forma minuciosa. Descreve-se também neste capítulo, a necessidade da partilha de informação espacial no parque e justifica o interesse e a importância do WebSIG do PNG para os técnicos do parque, para os turistas, para os académicos e para o público em geral. No capítulo 5 é descrito como foi concebido e como se desenvolveu o WebSIG. São ainda descritos os softwares usados, MapServer, PostgreSQL/PostGIS e pmapper e as instalações dos mesmos. Destacam-se os principais ficheiros e explica-se como é que os dados são transferidos para o PostgreSQL/PostGIS. Por último, descreve as funcionalidades do interface e o funcionamento do serviço Web Feature Service (WFS) usando QGIS. E, por fim, no capítulo 6, o último capítulo faz-se um resumo do trabalho efectuado, apresentam-se os resultados e as conclusões do projecto, assim como as recomendações para futuros projectos e pesquisas.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Introdução

Neste capítulo é feita uma descrição do SIG e do seu estado actual; a Internet, o seu desenvolvimento e a união entre as tecnologias SIG e Internet resultando esta união numa nova área de estudo: o WebSIG. Fala-se também da evolução dos SIG na Internet e o estado actual dos WebSIG.

2.2. Os Sistemas de Informação Geográfica

O conhecimento espacial assume, desde há longa data, uma importância crítica no desenvolvimento das actividades humanas e no modo como o homem interage com o espaço. De facto quase todos os fenómenos com que somos confrontados diariamente assumem uma expressão territorial. Representar, analisar e conhecer a dimensão espacial associada a esses fenómenos constitui um dos principais desafios que se colocam aos Sistemas de Informação Geográfica (Painho & Curvelo, 2009).

Por uma série de razões, SIG é mais difícil de definir do que pode num primeiro momento ser imaginado (Maguire, Goodchild & Rhind, 1991). Não existem duas definições iguais. Segundo Pickles (Citado por Painho & Curvelo, 2009), esta situação resulta da variedade de experiências individuais e das diferentes áreas disciplinares que estão na origem destas definições. Em todas as definições, porém, existe um factor comum: os SIG são sistemas que lidam com informação de natureza espacial, isto é, georreferenciados na superfície terrestre.

Em geral, podemos definir o SIG como um sistema computacional para lidar com a recolha, armazenamento, manipulação, análise, visualização e exibição de informações geográficas (Department of Geography, San Diego State University, 2002).

Os dados espaciais estão em todo em toda a parte. Muitos dados, em diversas áreas de estudo ou negócios estão relacionados com a localização. Devido à sua ubiquidade os SIG têm aplicação em quase todas as áreas.

A aplicação do SIG no turismo e na gestão de parques nacionais é bastante utilizada. Diversos estudos e aplicações têm sido feitos nesta área. Um estudo sobre a aplicação

do SIG no turismo de retalho é feito no por Chen (2007) no trabalho denominado “*Geographic information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum*”. Neste estudo Chen destaca os seguintes aspectos: a) Gestão do fluxo de visitantes; b) Inventariação e uso de recursos; c) Avaliação dos impactos do desenvolvimento do turismo: O SIG pode ser utilizado para demonstrar os impactos do turismo em vários sectores em formato de uma série temporal e espacial. Os analistas podem usar todos ou vários dados das categorias anteriores empregando a ferramenta "o que aconteceria se" (*what-if*) do SIG. Esta ferramenta permite o desenvolvimento de cenários para prever o efeito que terá no destino, ao se efectuarem mudanças numa determinada variável ou variáveis.

No artigo de Seker & al. (2002) intitulado “*Analyzing and management of tourism activities by means of GIS technique*” os autores mostram a aplicação do SIG no apoio à planificação de actividades turísticas numa região da costa sul da Turquia dando destaque ao uso de técnicas do SIG na análise, na tomada de decisões e na gestão.

Rasas & al. (1995), num artigo intitulado “*GIS for Resource Management at the Lake Mead National Recreation Area*” descrevem como o SIG pode ser usado na gestão de um parque nacional. Várias actividades como identificação de habitats, planeamento da recuperação ambiental, design das infra-estruturas do parque, gestão de recursos, avaliação de impactos e exemplo de uma aplicação usando o SIG são discutidos neste artigo.

2.3. A Internet e os SIG

A Internet, muitas vezes chamado simplesmente de "a Net", é um sistema mundial de redes de computadores - uma rede de múltiplas redes em que os utilizadores em qualquer computador, podem, se tiver permissão, obter informações de qualquer outro computador ou como acontece agora muitas, falar directamente com outros utilizadores noutros computadores.

A *World Wide Web* (WWW - Rede de Alcance Mundial), muitas vezes chamado simplesmente de Web, é uma das múltiplas aplicações de rede da Internet. Os documentos disponibilizados na Web estão normalmente em forma de texto, hipertexto, figuras, som ou vídeo. Para visualizar os documentos precisamos de um navegador, que

é um programa de computador. Temos como exemplos de navegador, o Firefox, Internet Explorer, Google Chrome, Opera ou Safari.

A Internet tornou-se, num curto espaço de tempo, fundamental para a economia global. Mais de mil milhões de pessoas no mundo utilizam-no, tanto no trabalho como na vida social. Cresceu durante as últimas três décadas, partindo de uma pequena rede de pesquisa experimental e agora está subjacente a uma série de novas actividades económicas, bem como actividades e infra-estruturas que sustentam nossas economias, desde os mercados financeiros e serviços de saúde à energia e transportes (OECD, 2008).

A popularidade crescente da Internet, desde a navegação on-line ao comércio electrónico, passando por conversas interactivas, faz da Internet uma parte integral da nossa sociedade (Peng & Tsou, 2003). O acesso quase omnipresente à Internet e aos conteúdos interactivos da WWW fez da Internet um poderoso meio para as pessoas acederem, trocarem e processarem informações. Várias aplicações no jornalismo, na ciência, na publicação, no ensino e em outros campos mudaram por causa do uso da Internet (Plewe, 1997 citado por Peng & Tsou (2003)). Da mesma maneira, a Internet mudou a forma como o processamento e os dados dos SIG são acessados, partilhados e manipulados (Peng & Tsou, 2003).

A Internet influenciou o SIG em três grandes áreas: no acesso aos dados, na disseminação da informação espacial e no processamento e modelação. A Internet possibilita aos utilizadores de SIG um fácil acesso na aquisição de dados espaciais de diferentes fornecedores. Possibilita também a disseminação dos resultados das análises SIG e da informação espacial para uma audiência maior do que o SIG tradicional (usando o desktop). Além disso, a Internet está se tornando um meio para se realizar processamentos de dados espaciais. Ela aumenta a acessibilidade e a reutilização de ferramentas de análise dos SIG através do descarregamento (download) e carregamento (upload) dos componentes de processamentos dos SIG. No futuro, os utilizadores dos SIG poderão trabalhar sobre os dados interactivamente usando somente os seus navegadores sem necessidade de instalar software SIG nos seus computadores (Peng & Tsou, 2003).

Plewe (1997, citado por Peng & Tsou (2003)) usa o termo informação geográfica distribuída para referir ao uso das tecnologias associadas a Internet para distribuir informação geográfica em diversas formas, incluindo mapas, imagens, análises e relatórios.

O SIG distribuído aplica o dinâmico conceito cliente/servidor na realização das operações dos IG. O cliente pode solicitar dados ou ferramentas de análise do servidor. O servidor executa o trabalho e envia o resultado de volta ao cliente através da rede, ou então manda dados ou ferramenta de análise para o cliente processar (Peng & Tsou, 2003).

Num sistema cliente/servidor há duas ou mais entidades trocando informações. Geralmente, essas entidades se encontram em locais distintos, e consequentemente em computadores distintos, sendo que um dos computadores é nomeado Cliente, e o outro, Servidor. O servidor tem a responsabilidade de “servir” o cliente com informações. A sequência básica de acções é: o cliente envia uma requisição de serviço ao servidor, que por sua vez realiza um processamento prévio (se necessário) das informações e as envia ao cliente. Portanto, o servidor normalmente realiza três tarefas básicas: armazenar, processar e enviar informações ao requisitante. O servidor pode comunicar com outros computadores para obter outras informações ou mesmo para solicitar algum tipo de processamento. O cliente geralmente não realiza processamento. Apenas envia pedidos ao servidor e interpreta as informações recebidas do mesmo (em sistemas para internet, é comum que o cliente realize algum processamento de dados, reduzindo assim o trabalho do servidor) (Gorni et al., 2007).

Enquanto o SIG desktop tradicional baseia-se no GUI (*Graphical User Interface* – Interface Gráfica do Utilizador) para os utilizadores interagirem com os programas SIG, o SIG distribuído baseia-se em WWW e os seus *add-ons* para proporcionar interactividade entre os utilizadores e os programas dos SIG distribuídos (Peng & Tsou, 2003).

2.4 WebSIG

Como se disse anteriormente, actualmente a história do SIG está entrelaçada com a Internet. A Internet, especialmente a sua aplicação WWW, fornece uma plataforma

ideal para fortalecer os órgãos públicos e governamentais com tecnologia SIG através de SIG distribuído (Plewe, 1997; Peng , Tsou, 2003; Yang, Yang, Kafatos, 2002 citado por Zhu et al., 2005).

O termo "WebSIG" refere-se a aplicações que distribui dados espaciais para os usuários através de um navegador Web. Dependendo das capacidades do software, os usuários podem exibir, consultar e analisar dados geográficos remotamente através de uma interface de um navegador Web. Porque é uma maneira relativamente barata de divulgação de dados espaciais e funcionalidades básicas de SIG, a WebSIG tornou-se amplamente utilizada tanto por organizações públicas como privadas. Uma boa parte das funcionalidades básicas do desktop SIG já estão disponíveis aos usuários para interagir com bases de dados SIG através da WWW ou uma intranet (Bonnici, 2005).

Segundo Bonnici (2005), os benefícios do WebSIG incluem:

- Capacidade para distribuir dados GIS e funcionalidade para um grande público;
- Os utilizadores não precisam ter o software GIS compra;
- Os utilizadores normalmente não precisam de treino extensivo;

Desvantagens da WebSIG incluem:

- Tempo de resposta pode ser longo, dependendo de vários factores tais como a capacidade de conexão, dados de volume de tráfego de rede e da capacidade do processador.

Ainda Bonnici (2005), os componentes de um típico sistema GIS Web incluem:

- Dados
 - Dados espaciais - os dados com um componente posicional ou geográfica, em algum formato de arquivo de dados (SHP ou outro) ou armazenado numa base de dados espaciais.
 - Dados de atributo - características ou propriedades dos recursos de mapa, armazenadas como dados textuais ou tabular, normalmente numa base de dados relacional

- Software

- Servidor WebSIG
- Servidor *middleware* - para interpretar as solicitações dos clientes, interagir com o aplicativo do WebSIG e empacotar os dados para transferência via Web
- Servidor Web - por exemplo, Apache, Internet Information Server (IIS)
- Navegador do cliente - por exemplo, Internet Explorer, Mozilla
- Applet ou Plug-in do lado do cliente – este requisito depende da tecnologia
- Software aplicativo da Web para base de dados - por exemplo, PHP, ASP.NET, ColdFusion

- Hardware

- Servidor central
- Computadores cliente
- Ligação através da Internet ou, para sites de intranet, através de uma LAN ou WAN

2.4.1. Mapas estáticos na Web

O mapa sempre foi uma ferramenta extremamente útil para descrever os dados geográficos da Terra. No passado, as pessoas usavam os mapas em papel para localizar lugares. Hoje, a rápida evolução no campo da análise espacial e avançadas técnicas de aquisição de dados, revolucionaram os conceitos de representação de dados espaciais (Chou, 2008). Actualmente, devido a estes desenvolvimentos temos mapas digitais que estão conectados à base de dados espaciais e acessíveis na Internet.

Em oposição aos mapas convencionais, os mapas digitais podem ser alteradas dinamicamente como uma resposta às diferentes operações interactivas. Usando o uso adequado de tais operações a expressividade dos mapas podem ser melhoradas amplamente. As possibilidades de interacção com os mapas ou com os seus elementos vão desde uma simples transformação gráfica até ao acesso da base de dados ou a utilização de diferentes ferramentas para análise. O primeiro nível da classificação divide os mapas na Internet em estática e dinâmica. No segundo nível, cada um desses

tipos é dividido em mapas apenas para examinação e mapas interactivos. Os mapas para examinação não pode ser alterada, enquanto os interactivos oferecem algumas oportunidades de interacção e mudanças do mapa (Penev, 2006)

Os mapas estáticos são funcional e conceptualmente semelhantes aos mapas de papel. Na maioria dos casos são mapas regulares, digitalizados em formato GIF ou JPEG salvas como imagens *raster* estático, mas eles também podem ser imagens vectoriais. Normalmente eles não oferecem nenhuma interactividade, mas são muito adequados para a preservação e oferta de alguns mapas raros histórica para o público em geral, por exemplo. Há possibilidades de aplicar algumas funções a este tipo de mapas, como por exemplo, a função de zoom, mas para o efeito, precisamos de uma série de imagens estáticas dos mapas em diferentes escalas. O escalonamento (zoom) e o movimento (Pan), no entanto, não são considerados como funções interactivas, porque uma acção semelhante pode ser feito com os mapas regular. Por exemplo, um mapa pode ser analisado na mão ou a distância. Este tipo de mapas é de fácil percepção e é por esta razão que a sua exibição é feita desde o início da Internet.

Mapas estáticos interactivos. Estes são semelhantes aos mapas estáticos, mas oferecem algum de nível interactividade. Os tipos mais comuns de mapas interactivos estáticos são imagens definidas com diferentes áreas activas que estão ligados a informações fornecidas em diferentes formatos.

2.4.2. Mapas dinâmicos na Web

Os mapas dinâmicos são criados individualmente para cada solicitação de mapa e que diferem um do outro. Eles são criados no servidor de mapas, que processa o pedido e faz o mapa necessário. O mapa é gerado no formato de imagens *raster* (por exemplo formato GIF ou JPEG) e é enviado para o utilizador. Há duas grandes vantagens. De um lado, o utilizador pode sempre receber mapas reais e por outro lado o utilizador não precisa de usar um software específico. A desvantagem é que cada vez que a exibição é alterada (zoom ou pan) é muita a informação a ser transferida na Internet. Em outras palavras, o usuário tem que conectar o servidor de mapas de cada vez que se faça a geração de um novo mapa.

Os mapas interactivos dinâmicos são gerados de forma semelhante ao descrito acima, mas aqui é possível alterar o conteúdo do mapa gerado. Oferecem alto nível de funcionalidade SIG especialmente em matéria de gestão e análise de informações. Estes mapas dão a possibilidade de uso, de análise e de exploração de qualquer tipo de informação espacial e também de apoiar o utilizador na escolha do conteúdo e do design dos elementos do mapa.

2.5. O estado actual do WebSIG

O WebSIG proporciona novas oportunidades e muitos desafios na partilha e na divulgação de dados ou na disponibilização completa do tradicional SIG de *desktop* através da Internet.

Actualmente existem inúmeros exemplos de WebSIG, tanto de entidades públicas como de privadas. Segundo Ellul et al. (2008), o número aplicações em Sistemas de Informação Geográfica baseados na Internet (WebSIG) têm aumentado rapidamente nos últimos anos, nomeadamente com o surgimento de sites como aqueles apoiados por tecnologia do Google Maps. WebSIG é visto como uma ferramenta útil para a transmissão de informações para cumprir as metas do e-governo (governo electrónico), com muitas autoridades locais utilizando agora o WebSIG para divulgar informações relacionadas a temas tais como aplicações de planeamento, riscos de inundações, gestão da qualidade do ar, rotas para ciclistas, zonas de estacionamento controlado e localização de circuito fechado de TV.

Ainda Ellul et al. (2008), o uso do WebSIG para apoiar a partilha de informação também está se tornando predominante entre os utilizadores não-governamentais, particularmente com o advento de tais sistemas como o Google Maps e Multi-Map que tornam o mapeamento na Internet mais acessíveis para desenvolvedores Web. A BBC (*British Broadcasting Corporation*) inclui SIG regularmente agora em seu site, com algumas páginas focando o conteúdo gerado pelo usuário. Um exemplo disso pôde ser visto durante a recente escassez de gasolina, onde os usuários foram convidados a localizar as fontes de combustível em um mapa central organizado pela BBC.

Um dos primeiros mapas a aparecer na WWW foi o Map Viewer da Xerox Palo Alto Research Center (PARC) em 1993. Este mapa mundial interactivo permitia aos

utilizadores mudar a visualização das fronteiras nacionais e rios, a mudar a escala, a projecção e adicionar marcadores. Em 1995, um pesquisador da Universidade da Califórnia-Berkeley desenvolveu GRASSLinks, uma interface Web que corria por cima do GRASS, um pacote de código aberto SIG originalmente desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA. O GRASSLinks tornou possível visualizar os dados do GRASS, fazer o pan e o zoom, e mais importante ainda, clicar no mapa para obter informações sobre o local clicado. Finalmente, nos meados dos anos 90 surgiu o primeiro site interactivo de mapeamento destinado a consumidores, o MapQuest, lançado em 1996. O pesquisador Brandon Plewe chama a estes sites, a primeira geração na evolução do mapeamento Web. Eles são caracterizados por protocolos HTML simples e mapas essencialmente estáticos. Estes sites de 1^a geração eram comuns durante o período de 1993-1999. A segunda geração de aplicações de mapeamento Web aproveitou-se das tecnologias emergentes como o HTML dinâmico (DHTML), o Java e o ActiveX para produzir sites com maior interactividade e desempenho. É a era do chamado "WebGIS" onde os vendedores do software de SIG desenvolveram um software baseado em servidor (como o ArcIMS da ESRI e o Web Map da Intergraph GeoMedia) para que seus clientes (agências do sector público em particular) pudessem colocar seus dados geográficos online. Esta geração de sites teve o seu estado da arte desde o seu lançamento em 1995 até 2004. O próximo grande desenvolvimento no mapeamento Web em 2005 trouxe melhorias significativas no desempenho. Uma nova tecnologia chamada Ajax (Asynchronous JavaScript and XML) permitiu que os programadores Web finalmente pudessem desenvolver sites que se pareciam mais com aplicações desktop do que as aplicações "clique-e-espera" do passado. Esta terceira geração de mapas na Web é melhor exemplificada pelo site que primeiro levou vantagem das técnicas de programação Ajax - Google Maps. Outras empresas de mapeamento online rapidamente adoptaram a tecnologia, designadamente Yahoo e MapQuest. A ESRI melhora em seu software de servidor Web ao incorporar Ajax nos seus produtos ArcGIS Server. É também identificada uma 4^a geração do mapeamento Web. Esta geração é caracterizada pelas aplicações que buscam por um maior realismo em nossas representações do mundo através da utilização de globos 3-D e ambientes imersivos. O Google também é um pioneiro nessa geração com a sua aplicação Google Earth. Outras tecnologias populares do globo terrestre incluem o Microsoft Virtual Earth e a NASA WorldWind (Detwiler, 2009).

Entre as principais tecnologias envolvidas no WebSIG destacamos as seguintes:

Software	Endereço
Software Proprietário	
ArcGIS Server	http://www.esri.com
GeoMedia WebMap	http://www.intergraph.com
MapXtreme	http://www.empower.com/pages/products_mapxtreme.htm
MapGuide	http://mapguide.osgeo.org
Software Livre	
MapServer	http://mapserver.org
GeoServer	http://geoserver.org
OpenLayers	http://openlayers.org
SVG (Scaleable Vector Graphics)	http://www.adobe.com/svg
APIs Públicas	
Google Maps	http://maps.google.com
Yahoo! Maps	http://maps.yahoo.com
Microsoft Virtual Earth (2D)	http://www.bing.com/maps
MapQuest's OpenAPI	http://www.mapquest.com
Globo Terrestre	
Google Earth	http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html
Microsoft Virtual Earth (3D)	http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx?id=6436
ArcGIS Explorer	http://www.esri.com/software/arcgis/explorer/index.html
NASA WorldWind	http://worldwind.arc.nasa.gov/java

Tabela 1: Principais tecnologias envolvidas no WebSIG

Cada uma destas categorias de tecnologia tem as suas vantagens e desvantagens que devem ser consideradas ao planear o WebSIG. Software proprietário é aquele cuja cópia, redistribuição ou modificação são em alguma medida restritos pela empresa criadora ou seu distribuidor. Para que se possa utilizar ou copiar é necessário que se pague uma licença. O software livre pode ser usado, copiado e distribuído sem qualquer tipo de restrições. A vantagem das APIs públicas é que elas são gratuitas e o seu

provedor fornece um conjunto de camada de base cuja simbologia e resolução alteram-se quando a escala do mapa é alterado.

2.6. WebSIG aplicados à conservação e parque nacionais

O WebSIG aplicado às áreas de conservação e aos parques nacionais é de uma utilidade enorme e neste momento bastante usado. Como exemplo temos os casos do WebSIG desenvolvido pelo Woods Hole Research Center (WHRC). Segundo o WHRC o WebSIG faz parte dos esforços para melhor compreensão sobre as ameaças à integridade do ecossistema do Albertine Rift. O WebSIG é uma ferramenta interactiva que foi desenvolvida em colaboração com o *Uganda Wildlife Authority* e da *Wildlife Conservation Society*. Essa ferramenta auxilia os decisores e os administradores do parque em aspectos relacionados com a conservação da biodiversidade e no planeamento estratégico para toda a região. O mapa fornece hiperligações para a cobertura da terra e informações de uso do solo das áreas protegidas do oeste de Uganda (WHRC, 2011).

Um outro exemplo de WebSIG aplicado à biodiversidade e ao meio ambiente é o WebSIG "*HABEaS, Hotspot Areas for Biodiversity and Ecosystem Services*" desenvolvido pela Faunalia, WWF e Centro de Ecologia Aplicada Baeta Neves - Instituto Superior de Agronomia (HABEaS, 2011).

2.7. Conclusões

Os SIG são usados para a gestão de dados georreferenciados. São sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objectos e fenómenos com localização geográfica. Nas últimas décadas cresceu enormemente tendo neste momento aplicações em quase todas áreas científicas. Devido a diferentes experiências individuais em diferentes áreas disciplinares originou diferentes definições de SIG. Mas, todas têm em comum o facto de o SIG trabalhar ou manipular dados espaciais ou geográficos.

Nas últimas décadas a Internet também desenvolveu-se bastante. Tornou-se um fenómeno global e já faz parte integral da nossa sociedade e do nosso dia-a-dia. Além do rápido desenvolvimento ela tornou-se acessível à maioria das pessoas tanto em casa ou num espaço público como trabalho ou instituição de ensino.

Com a Internet cada vez mais acessível, é possível agora disponibilizar na Web mapas, dados geográficos e fazer diversas operações que normalmente são feitas no SIG de desktop. Surge assim uma nova aplicação na Internet: o WebSIG. Com o WebSIG é possível disponibilizar dados e funcionalidades de SIG a inúmeros utilizadores espalhados em diferentes cantos do mundo. Uma aplicação WebSIG envolve um utilizador ou cliente que contacta o servidor para obter alguma informação ou fazer uma operação. O WebSIG proporciona também maiores oportunidades de partilha de informações espaciais na Web. Existem disponíveis diversas tecnologias envolvidas no WebSIG, podendo escolher entre software proprietário, software livre ou mesmo API's públicas.

Os SIG e consequentemente os WebSIG são benéficos para apoiar a tomada de decisões e planeamento do turismo sustentável, de áreas de conservação, de parques nacionais e da vida selvagem. Estas actividades todas têm uma forte dimensão geográfica e o SIG e o WebSIG são tecnologias desenvolvidas especificamente para a gestão e estudo dos fenómenos espaciais.

Os avanços da tecnologia WebSIG permitem aos especialistas e leigos em SIG analisar e utilizar os dados disponíveis na Internet.

Existe uma grande oferta de software para implementação de WebSIG, tanto comerciais como os de código aberto e livre. Estes últimos, têm-se destacado nos últimos anos devido, entre outras qualidades que veremos adiante, à sua crescente fiabilidade.

3. O SOFTWARE ABERTO E LIVRE PARA SIG

3.1. Introdução

Este capítulo começa por fazer uma descrição do software de código aberto e livre assim como as suas vantagens. Em seguida faz-se uma breve descrição de alguns softwares abertos e gratuitos disponíveis nas áreas de SIG, de Detecção Remota e de WebSIG, dando-se mais destaque aos softwares que serão usados no projecto nomeadamente a base de dados PostgreSQL/PostGIS, o servidor de mapas MapServer e a ferramenta pmaper.

3.2. O software de código aberto e livre

O software de código aberto e livre é tecnicamente definido como um software no qual o código fonte está disponível para modificação e redistribuição pelo público em geral. Os softwares abertos são fornecidos aos utilizadores e estes têm a liberdade de executar, modificar e passar para outros utilizadores, fazendo modificações ou não, sem que para isso tenham que pagar ou pedir autorização aos autores do programa.

A *Free Software Foundation* (FSF, 2010) afirma no seu site que “ os utilizadores dos programas de software livre têm 4 liberdades essenciais:

1. A liberdade de executar o programa para qualquer propósito (liberdade nº 0);
2. A liberdade de estudar como o programa funciona e modificá-lo conforme as suas necessidades (liberdade nº 1). O acesso ao código fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
3. A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo (liberdade nº 2);
4. A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar os seus aperfeiçoamentos. Deste modo toda a comunidade se beneficia dos melhoramentos feitos (liberdade nº 3). Acesso ao código fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

Um programa é definido como Software Livre, somente quando ele fornece aos utilizadores as quatro liberdades acima descritas, caso contrário, ele é definido como

não livre ou proprietário. A adopção de software aberto e livre apresenta diversas vantagens:

- É mais configurável e flexível que o software proprietário (Software Aberto na Administração Pública, 2004);
- Existe grande interoperabilidade entre os diversos sistemas existentes permitindo uma evolução aplicacional segura e eficaz;
- Atingiu um nível de maturidade tal que tornou possível o desenvolvimento de aplicações com fiabilidade e funcionalidades comparáveis às que são concebidas com software proprietário;
- Existe uma comunidade de apoio espalhada pelo mundo. Os bugs (falhas no código fonte) são corrigidos de uma forma rápida, porque existe uma comunidade envolvida no processo de correcção. Os programadores sabem muito bem que os programas são vulneráveis aos bugs. Ao contrário, no software proprietário um bug pode demorar meses para ser corrigido ou solucionado causando grandes transtornos aos utilizadores;
- Segurança. Para Marcelo (2004), “é mais seguro utilizar um software que não está nas mãos de poucos. O uso do software aberto é mais seguro, pois a tecnologia não depende de terceiros”;
- Pelo que foi descrito anteriormente, justifica-se o uso do software aberto para o desenvolvimento de diversos tipos de aplicações além de ser economicamente vantajoso uma vez que dispensa custos com o licenciamento do software embora exija a existência de profissionais SIG altamente qualificados para explorar todas as suas potencialidades. É uma boa solução para países financeiramente debilitadas porque além de ter sistemas e programas fiáveis, o custo da sua implementação é baixa.

Segundo Tiemann (citado por Tsou & Smith (2011)), “o ‘movimento’ do software de código aberto tem impactos significativos sobre todos os aspectos da tecnologia da informação”. Consequentemente o SIG, o WebSIG e tecnologias associadas tais como Detecção Remota e GPS sofreram um grande impacto com o surgimento de software de código aberto nas respectivas áreas. O código aberto tornou-se um factor importante e incontornável na indústria do software.

Existe um grande número de licenças para software de código aberto. Entre as mais populares temos as seguintes (Open Source Licenses for Dummies, 2011):

GNU General Public License (GPL) - uma das licenças mais populares, amplamente utilizado em sistemas operativos baseados em Linux. A licença que é recomendado e promovido pela *Free Software Foundation*.

GNU Lesser General Public License (LGPL) – licença menos restritiva e ligeiramente diferente do GPL.

Berkeley Software Distribution License (BSD) - um homólogo tradicional da licença GPL, por sua atitude liberal que permite o uso comercial, sem obrigação alguma de compensação directa.

Mozilla Public License (MPL) - uma licença equilibrada que tenta dar as respectivas liberdades de ambos os mundos do software comercial e livre. A licença é endossada pela Mozilla Foundation, e consequentemente, a maioria (senão todos) dos projectos apoiados pela fundação usam-na.

Apache License - uma licença liberal, que não exige que os trabalhos derivados sejam licenciados da mesma maneira, mas apenas "lembrar" do uso da licença Apache no software distribuído. Amigável no seu uso em software comercial. A licença é de autoria e totalmente subscrita pela Apache Software Foundation, assim, a maioria dos projectos comerciais estão usando como uma licença preferida.

Domínio Público - por vezes não há requisitos específicos ou obrigações que acompanham o código-fonte de um projecto ou um produto. Às vezes, por motivos de simplicidade e atitude os programadores decidem colocar sem limitações, deixando-a fazer parte do Domínio Público. Logo, o software de domínio público implica nenhuma regulamentação na forma como o software é utilizado.

3.3. Softwares *desktop* de código aberto

Os softwares SIG *desktop* permitem-nos executar funções básicas de SIG, como entrada de dados, visualização de mapas, consultas espaciais, consultas de atributo e análises espaciais básicas e avançadas assim com exportação de resultados. A maioria dos

softwares de código aberto desktop de SIG pode ser instalada em vários sistemas operativos, tais como Windows, MacOS ou Linux.

3.3.1 Quantum GIS (QGIS)

O QGIS é um software SIG de código aberto de fácil utilização. É um projecto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Ele corre em Linux, Unix, Mac OSX e Windows e suporta vários formatos vectoriais e *raster*, assim como vários formatos e funcionalidades de base de dados.

O QGIS proporciona uma integração muito boa com o Python, uma linguagem de scripts para personalizar ou automatizar funções de SIG. Python é provavelmente a linguagem de programação de SIG mais popular neste momento porque o ArcGIS da ESRI também adopta o Python para as suas funções de programação. Há muitas versões diferentes do QGIS disponível para download. O software tem boas ferramentas de análise espacial, de geoprocessamento, de geometria e diversas funções para a gestão de dados. Entre as características únicas do QGIS inclui-se a ligação a funcionalidades do GRASS e o suporte de ficheiros de formato DWG. QGIS trabalha com os shapefiles da ESRI e os formatos “*coverage*”, mas não suporta o geodatabase pessoal. Liga-se bem a Web, incluindo os serviços de WMS e de WFS (QGIS, 2011)).

Para cada nova versão, o QGIS fornece um número crescente de recursos através de funções e *plug-ins*.

3.3.2. GRASS (*Geographic Resource Analysis Support System*)

GRASS foi inicialmente desenvolvido pelo Exército dos EUA, como um instrumento de ordenamento do território e planeamento ambiental pelos militares. Evoluiu para uma poderosa ferramenta com uma ampla gama de aplicações em diversas áreas da pesquisa científica. GRASS é actualmente utilizado em ambientes académicos e comerciais em todo o mundo, assim como muitas agências governamentais, incluindo a NASA e NOAA e muitas empresas de consultoria ambiental.

GRASS é um SIG que suporta os formatos vectoriais e *raster*, sistema de processamento de imagens e sistema de produção gráfica. GRASS contém mais de 350 programas e ferramentas para processar mapas e imagens no monitor e no papel;

manipular *rasters* e vectores; fazer o processamento multi-espectral de imagens e capacidade de criar, gerir e armazenar dados espaciais. GRASS usa tanto uma interface intuitiva de janelas, bem como a sintaxe de linha de comando para facilitar as operações. O GRASS pode interagir com impressoras, plotters, digitalizadoras e base de dados.

O QGIS pode incorporar todas as funções do GRASS através de uma interface gráfica de usuário (GUI) que facilita o seu uso público.

GRASS é distribuído sob a licença GNU/GPL, o código fonte está completamente disponível. O SIG GRASS fornece uma biblioteca sofisticada que pode ser usado para seu próprio desenvolvimento. Um manual de programador GRASS está disponível para download (GRASS, 2011).

3.3.3. gvSIG

O gvSIG é um projecto da província espanhola de Valência, oferecendo interfaces de usuário em vários idiomas. Mais de dez línguas diferentes (incluindo espanhol, francês e chinês) pode ser seleccionado para mostrar os menus e ferramentas. Este recurso é extremamente útil para ensinar SIG em comunidades não falantes de Inglês. O gvSIG é bem conhecido pelos seus formatos flexíveis de entrada de dados SIG. Pode-se usar vários formatos de dados SIG (vector e *raster*) e recursos on-line (tais como WMS, WFS e WCS). O software tem boas funções de edição de dados vectoriais. Os utilizadores podem facilmente digitalizar linhas juntando vértices de nós existentes e assim gerar uma topologia correcta. Alguns profissionais acreditam que gvSIG SIG está muito perto de substituir o software ESRI ArcMap. Está disponível para os sistemas operativos Windows, Linux e MacOS X (gvSIG, 2011).

O gvSIG envolve uma série de bibliotecas Java, incluindo GeoTools e JTS. Os objectivos do projecto de gvSIG são: modularidade, interoperabilidade, código aberto, baseado em padrões, de baixo custo de implantação e portabilidade para várias plataformas. Como ambiente de trabalho, o gvSIG agora inclui todas as funcionalidades principais que seria de esperar de um visualizador / editor: estilo, selecções, com *layouts* de impressão, edição de dados e suporte aos dados *raster* e vectoriais (Ramsey, 2007).

3.3.4. uDIG (*User-friendly Desktop Internet GIS*)

O objectivo do uDig é fornecer uma solução completa para SIG de desktop. Entretanto, ele tem boas capacidades para integrar as tecnologias de mapeamento na Web, tais como WMS, WFS, WCS, GeoRSS e KML.

Baseado na linguagem Java, o uDig fornece uma gama de excelentes funções SIG, incluindo o suporte a *Layer Styled Descriptor* (SLD), o suporte ao *Web Server Catalog*, e o mapeamento temático com simbologia avançada. O uDig é também uma excelente opção para SIG de desktop. Corre sobre os sistemas operativos Windows, Linux e MacOS X (uDIG, 2011).

3.3.5. SAGA (*Software for Automated Geoscientific Analysis*)

SAGA é um software SIG de desktop. Criado pelo Departamento de Geografia Física da Universidade de Gottingen (Alemanha) é agora mantido pelo Instituto de Geografia da Universidade de Hamburgo. Foi desenvolvido usando a linguagem C++.

O SAGA tem uma arquitectura modular. A sua base é o seu API, que dispõe de modelos de dados, definições básicas para a programação de módulos científicos e várias classes de funções bastante úteis.

A interface gráfica do usuário (GUI) é uma das frentes do SAGA. Ela permite ao utilizador controlar o sistema, é responsável pelo módulo e gestão de dados, bem como para visualizações de dados. Alternativamente, os módulos podem ser executados usando a linha de comando.

O primeiro objectivo do SAGA é dar aos (geo) cientistas uma plataforma eficaz, para a implementação de métodos geocientíficos, que seja fácil de ser aprendida. Isto é conseguido pelo exclusivo API do SAGA. O segundo, é fazer com que esses métodos sejam acessíveis de uma forma amigável, o que é feito pelo seu Graphical User Interface (GUI).

SAGA pode correr nos sistemas operativos Windows, Linux e FreeBSD¹ (SAGA, 2011).

3.4. Software de código aberto de detecção remota

Comparando com software SIG de desktop existem menos ofertas de software aberto para detecção remota. Embora em menor número, os programas existentes oferecem ainda muitas ferramentas avançadas e completas para processamento, aprimoramento e análise de imagens (Tsou & Smith, 2011). Os softwares de detecção remota seguintes, estão disponíveis para os sistemas operativos Windows, Mac e Linux.

3.4.1. ImageJ

ImageJ é um programa Java de domínio público de processamento de imagens inspiradas pelo NIH Image para Macintosh. Corre-se, ou como um applet em linha ou como um aplicativo para download, em qualquer computador com uma versão 1.4 ou posterior máquina virtual Java. Distribuições para download estão disponíveis para Windows, Mac OS, Mac OS X e Linux.

Ele pode exibir, editar, analisar, processar, salvar e imprimir imagens de 8 bits, de 16 bits e de 32 bits. Pode ler diversos formatos de imagem tais como TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM e FITS. Pode calcular a área e as estatísticas valor de pixel de selecções definidas pelo usuário. Pode medir distâncias e ângulos. É possível criar histogramas de densidade e gráficos de perfis de linha. Suporta funções de processamento de imagem padrão, tais como manipulação de contraste, nitidez, suavização, detecção de bordas e filtragem mediana.

Ele faz transformações geométricas, como escala, rotação e saltos. A imagem pode ser ampliada até 32:1 e para baixo até 1:32. Todas as funções de análise e tratamento estão disponíveis a qualquer factor de ampliação. O programa aceita qualquer quantidade de janelas (imagens) simultaneamente, limitado apenas pela memória disponível.

¹ O FreeBSD é um sistema operativo livre do tipo Unix desenvolvido pela Universidade de Berkeley.

ImageJ foi projectado com uma arquitectura aberta que fornece extensibilidade através de plugins Java (IMAGEJ, 2011).

3.4.2. OSSIM (*Open Source Software Image Map*)

OSSIM é um sistema de software de alto desempenho para processamento de imagens, detecção remota, sistemas de informação geográfica e fotogrametria. É um projecto de software de código aberto e tem estado em desenvolvimento desde 1996. Os desenvolvedores que lideram o projecto têm anos de experiência em sistemas e aplicações de detecção remota tanto comerciais como governamentais. OSSIM foi financiado por várias agências governamentais dos EUA.

Algumas funções do programa incluem: apoio a inúmeras projecções de mapa e datums, modelagem de sensores, acesso a arquivos nativos, ortorretificação, suporte de elevação, harmonização de histograma e balanceamento tonal.

Os utilizadores também podem utilizar e/ou criar *plug-ins* dentro ImageLinker para adicionar novas funcionalidades ao programa.

O OSSIM planet construído sobre OSSIM é um projecto em rápida evolução orientado para a precisão, alto desempenho e visualização geo-espacial em 3D (OSSIM, 2011).

Tanto OSSIM como OSSIM planet estão disponíveis para os sistemas operativos Windows, Mac e Linux.

3.4.3. OpenEV

OpenEV é um programa que exhibe e analisa dados *raster* e vectoriais e oferece uma biblioteca aos programadores para construir novas aplicações. Primeiro criado por Atlantis Scientific (agora Vexcel), o programa foi posteriormente obtido pela Microsoft e desenvolvido para o visualizador de imagens de satélite disponível agora. OpenEV pode exhibir grandes volumes de dados, desde imagens georreferenciados até dados de elevação em 2D e 3D. Algumas das características incluem a melhoria de imagem, a comparação de imagens, sobreposição e digitalização no ecrã quando se efectua a análise de imagens (Tsou & Smith, 2011).

OpenEV é lançado sob a licença GNU/LGPL. Está disponível para Windows, Linux, Sun Solaris e sistemas operativos SGI Irix.

3.4.4. ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*)

O ILWIS foi desenvolvido pelo ITC (*the International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*) na Holanda e é um software aberto de fácil utilização. ILWIS é uma combinação de um software de SIG e de detecção remota que pode exibir, processar e analisar imagens, vectores e dados temáticos. Recursos disponíveis para dados vectoriais incluem a digitalização, exibição, interpolação, cálculos e mais. Para dados matriciais, as funções incluem a criação de modelos digitais de elevação, declive, aspecto, cálculo de distância, e mais funções. Com imagens de satélite, entre os recursos existentes os utilizadores podem fazer operações estatísticas, filtros, georeferenciação, mosaico, classificações e histogramas (Tsou & Smith, 2011).

3.4.5. Opticks

Opticks é um software de código aberto de detecção remota que suporta imagens, vídeo (imagens em movimento), Radar de Abertura Sintética (SAR - Synthetic Aperture Radar), multi-espectral e hiper-espectral, e ainda outros tipos de dados de detecção remota. Opticks é diferente de outras aplicações de detecção remota, pois trata de imagens e vídeo também. Opticks é uma das únicas aplicações de detecção remota que suporta processamento de vídeos de detecção remota. Opticks foi inicialmente desenvolvido pela Ball Aerospace & Technologies Corp e outras organizações para a Comunidade de Inteligência dos Estados Unidos (United States Intelligence Community). Ball Aerospace libertou o código de Opticks na esperança de aumentar a demanda por dados de detecção remota e ampliar os recursos disponíveis no software existente de detecção remota. O software Opticks e seus plug-ins são desenvolvidos por mais de vinte organizações diferentes. Opticks também pode ser usado como uma estrutura de desenvolvimento de software de detecção remota. Os desenvolvedores podem estender a funcionalidade Opticks usando a sua arquitectura plug-in e interface de programação pública da aplicação (API). Opticks é software de código aberto, licenciado sob a GNU Lesser General Public License (LGPL) 2.1. Opticks foi trazido para a comunidade de código aberto em Dezembro de 2007 e tem uma grande comunidade de desenvolvedores. Mais de dois mil desenvolvedores estão registados em

seu site e mais de vinte diferentes organizações estão a desenvolver *plug-ins* (Opticks, 2011).

3.5. Software de código aberto de WebSIG

Segundo Caldeweyher et al (2007, citado por Tsou & Smith (2011)) toda a indústria do SIG está se movendo em direcção ao SIG da Internet e mapeamento Web. Milhares de aplicações WebSIG têm sido criados e utilizadas em muitos sites. No entanto, a maioria dos servidores de mapas (IMS – *Internet Map Server*) comerciais são muito caros e não acessíveis a maioria das pessoas. IMS de código aberto pode fornecer uma boa alternativa para criar e introduzir serviços de mapeamento na Web. Existem dois tipos de software de mapeamento na Web: IMS do lado do servidor e ferramentas de navegação do lado do cliente.

3.5.1. IMS do lado do servidor

3.5.1.1. MapServer

MapServer é um dos mais antigos softwares de código aberto IMS. Foi desenvolvido inicialmente pela Universidade de Minnesota em 1994 com fundos da NASA, é agora mantido por programadores de todas as partes do mundo.

O MapServer é rápido, flexível, confiável e pode ser integrado praticamente em qualquer ambiente SIG. Corre em todos os principais sistemas operativos e funciona com praticamente qualquer servidor Web. O MapServer é um programa CGI (Common Gateway Interface). Segundo a Wikipédia, o CGI consiste numa importante tecnologia que permite gerar páginas dinâmicas, permitindo a um navegador passar parâmetros para um programa alojado num servidor Web.

3.5.1.2. GeoServer

GeoServer é um servidor de código aberto escrito em Java que permite aos usuários partilhar e editar dados geoespaciais. Projectado para a interoperabilidade, publica dados de qualquer fonte de dados espaciais importante que utiliza padrões abertos.

Sendo um projecto dirigido pela comunidade, GeoServer é desenvolvido, testado e suportado por um grupo diversificado de indivíduos e organizações de todo o mundo.

GeoServer pode fornecer protocolos avançados de mapeamento na Web, tais como WMS e WFS da OGC. O GeoServer também pode fornecer edição transaccional. A interface Web genérica é muito interactiva e fácil de usar (Geoserver, 2011).

3.5.1.3. MapGuide Open Source

O MapGuide tem uma situação única em termos de licença de software de código aberto. Autodesk MapGuide criou originalmente como um software proprietário. Em 2005, a Autodesk MapGuide lançou como código aberto sob licença LGPL e disponibilizou os códigos-fonte aos programadores de código aberto. O procedimento de instalação do servidor MapGuide é mais complicado do que qualquer outro IMS, o que pode ser um bom desafio para iniciantes. MapGuide pode ser um servidor de mapas muito poderoso e ao mesmo tempo uma boa ferramenta de navegação do lado do cliente com possibilidade de usar poderosas tecnologias (como AJAX e DWF viewer) (Tsou & Smith, 2011).

3.5.2. Ferramentas de navegação do lado do cliente

3.5.2.1. OpenLayers

OpenLayers é uma ferramenta baseada numa biblioteca JavaScript que pode ser personalizado num documento HTML para exibir dados do mapa. Ao contrário do IMS, OpenLayers não cria o seu próprio mapeamento de imagens de dados SIG, mas camadas de mapas provenientes de outros motores IMS. Assim, ele é um aplicativo do lado do cliente ao invés de um IMS. OpenLayers é uma poderosa ferramenta com um excelente desempenho, mas que exige um certo nível de conhecimento de programação, a fim de usar ou personalizar sua interface.

Com OpenLayers é fácil colocar um mapa dinâmico em qualquer página Web. Ele pode exibir peças de mapas e marcadores de qualquer fonte. OpenLayers foi desenvolvida para promover a utilização de informação geográfica de todos os tipos. É completamente livre, lançado sob a licença BSD (Berkeley Software Distribution) (OpenLayers, 2001).

3.5.2.2. MapFish

Mapfish é também uma ferramenta de mapeamento baseado em JavaScript que corre do lado do cliente utilizando a estrutura Web Pylon Python. Similar ao OpenLayers, Mapfish é compatível com vários protocolos de saída IMS, tais como WMS, WFS, KML, GML, etc. É flexível e completo para criar excelentes aplicações de mapeamento na Web. Muitos programadores combinam Mapfish e OpenLayers em conjunto para proporcionar melhores funções de mapeamento (MapFish, 2001).

MapFish é de código aberto e distribuído sob a licença BSD.

3.6. Software de código aberto de base de dados espaciais

3.6.1. PostGIS

PostGIS adiciona capacidades espaciais à base de dados relacional PostgreSQL, bem como o SDE da ESRI ou a extensão espacial da Oracle.

O PostgreSQL é um dos mais populares e avançados sistemas de gestão de bases de dados (SGBD) relacional de código aberto. O PostgreSQL possui uma ferramenta para administração da base de dados chamada pgAdmin III que permite, entre outras funcionalidades, a execução e o carregamento de ficheiros de linguagem SQL. O PostgreSQL por si só não consegue criar base de dados espaciais sendo necessário usar uma extensão que lhe permite manipular dados espaciais. Esta extensão é o PostGIS. O PostGIS pode ser instalado durante ou depois da instalação do PostgreSQL.

PostGIS segue o OpenGIS "Simple Features Specification for SQL " da OGC e foi desenvolvido por Refractions Research como um projecto em tecnologia de código aberto de base de dados espaciais. PostGIS é lançado sob a licença GNU General Public License (PostGIS, 2011).

3.6.2. GearScape

GearScape é uma outra plataforma de SIG de código aberto dedicado ao geoprocessamento e desenvolvimento de base de dados espaciais. A linguagem SQL para geoprocessamento do GearScape permite aos utilizadores sem conhecimentos de

programação criar, executar e compartilhar seus próprios trabalhos SIG. Possui um editor para auxiliar as tarefas de geoprocessamento, um assistente para executar o geoprocessamento criado e um construtor do modelo (model builder) para fazer ligação entre as várias partes do geoprocessamento e consequentemente produzir um modelo ou geoprocessamento maior (GearScape, 2011).

GearScape é um excelente software para aprender ou ensinar SQL espacial. É uma boa ferramenta de ensino. Ela oferece uma implementação do SQL espacial e os resultados das consultas são mostrados directamente no mapa activo.

3.7. Conclusão

O software de código aberto tornou-se um factor importante na indústria do software. A sua popularidade deve-se em parte as suas regras liberais: obter e executar gratuitamente; distribuição do software para tantos utilizadores que puder ou quiser; modificar o software conforme as suas necessidades; melhorar o software e liberar as modificações à comunidade.

Os benefícios decorrentes da adopção de softwares de código aberto são numerosas - a velocidade, qualidade do desenvolvimento, a compatibilidade com outros produtos, o apoio da comunidade, a flexibilidade, a segurança e o baixo custo para a sua implementação.

Estando o SIG e o WebSIG, assim com as tecnologias associadas como a Detecção Remota e GPS, na área de tecnologias de informação elas sofreram um grande impacto com o aparecimento de softwares de código aberto. Embora as grandes companhias de software proprietário tenham dado um grande contributo para o desenvolvimento de software SIG, nos últimos anos o software SIG de código aberto deu passos significativos quanto a qualidade e outros factores importantes como flexibilidade, compatibilidade e segurança que a sua adopção deve fazer parte das decisões estratégicas de uma empresa ou organização.

Existe uma variedade de licenças para software de código aberto. A maioria dos projectos de software de código aberto está licenciado sob uma ou a combinação de várias das seguintes licenças: GNU General Public License (GPL), GNU Lesser General Public License (LGPL), Berkeley Software Distribution License (BSD), Mozilla Public

License (MPL), Apache License e Domínio Público. Existem, entretanto, muitas outras licenças.

Existe também uma variedade de ofertas de software de código aberto tanto para SIG desktop, como para WebSIG, Detecção Remota, GPS e Base de Dados Espaciais.

4. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DE GORONGOSA (PNG)

4.1. Introdução

Este capítulo descreve a organização do PNG: a sua localização, a sua história e o seu desenvolvimento. Descreve também o projecto de restauração do parque, a sua estrutura e organização. Com base no acordo de gestão conjunta do PNG entre o governo da República de Moçambique e a Carr Foundation é possível constatar a necessidade de dados, de operações e de análises espaciais nos diversos níveis da estrutura do parque. É também descrito neste capítulo a necessidade de dados espaciais e a necessidade da partilha desses dados no parque.

4.2. Localização do PNG

O PNG fica situado na província de Sofala, no centro de Moçambique. As cidades mais próximas são as cidades da Beira na província de Sofala (cerca e 200 km) e Chimoio na província de Manica (cerca de 130km).

Chitengo é o acampamento principal do parque. A vila de Gorongosa fica aproximadamente a 50 km do parque. A vila de Gorongosa é a capital do distrito de Gorongosa onde fica a maior parte da área do PNG. O PNG distribui-se também pelos distritos de Cheringoma, Maringué e Muanza.

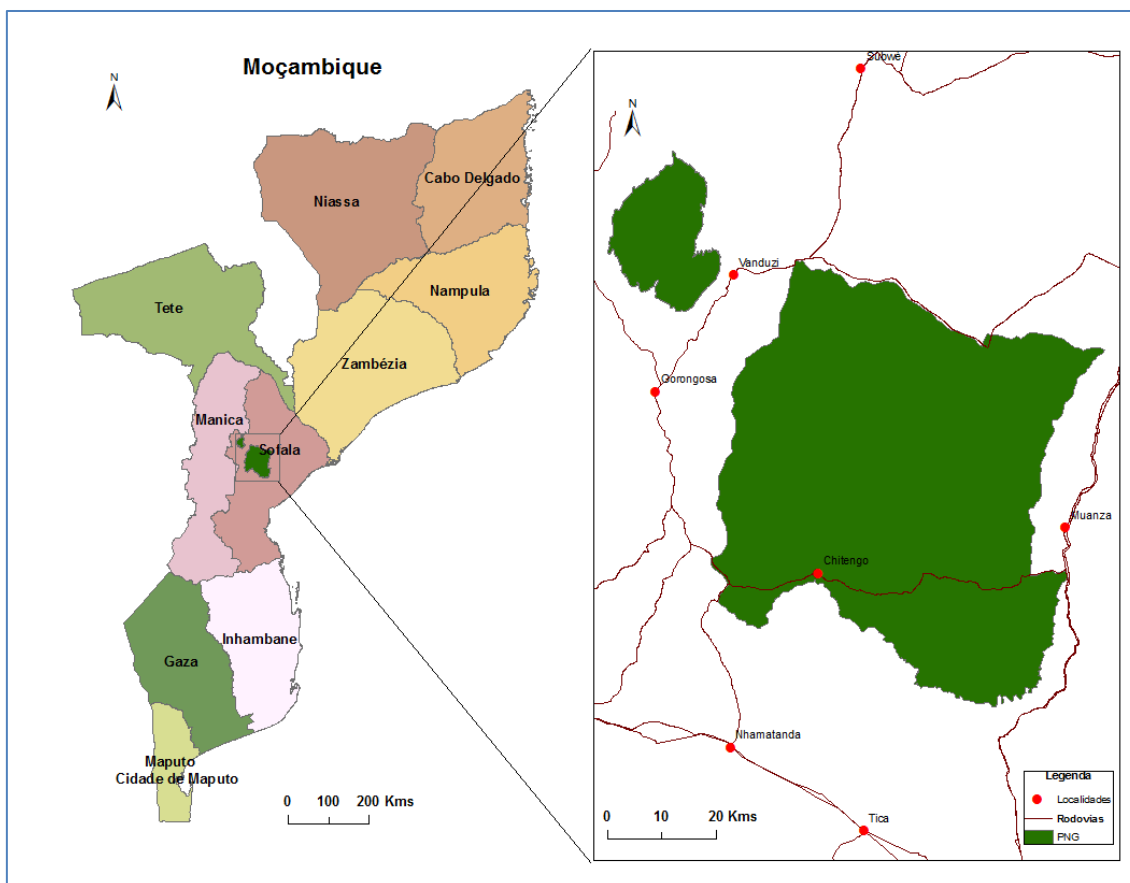


Figura 1: Área de estudo: Parque Nacional da Gorongosa

4.3. História do PNG

A paisagem e a rica fauna bravia da região da Gorongosa atraíram sempre caçadores, naturalistas e exploradores. Tendo em vista proteger esta riqueza paisagística e faunística o primeiro acto oficial foi em 1920 quando a Companhia de Moçambique² ordenou que 1.000 quilómetros quadrados fossem conservados como uma Reserva de Caça para os administradores da companhia e seus visitantes. A Companhia controlava toda a região central de Moçambique entre 1891 e 1940, tendo sido esta área concedida pelo Governo de Portugal.

² A Companhia de Moçambique foi uma companhia majestática da colónia portuguesa de Moçambique que tinha a concessão das terras que abrangem as actuais províncias de Manica e Sofala

Em 1940, a Reserva já se tornara bastante famosa, uma nova administração e um campo turístico foram construídos nas planícies perto do Rio Mussicadzi. Infelizmente este sítio teve que ser abandonado dois anos mais tarde, devido a grandes cheias na época das chuvas. Os leões tomaram conta das construções abandonadas e o lugar tornou-se num grande atractivo turístico por muitos anos, conhecido com o nome de Casa de Leões.

Depois do término do contrato da Companhia de Moçambique, a gestão da Reserva passou para as mãos do governo colonial português.

Em 1951 começaram outras construções de uma nova administração e acomodações no Chitengo, incluindo um restaurante e um bar. No mesmo ano, o governo aumentou mais 12.000 quilómetros quadrados da zona de protecção à volta da Reserva para mitigar os impactos da estrada da Beira para Rodésia, que passava por Chitengo. Até aos finais de 1950 mais de 6.000 turistas visitavam anualmente a Reserva e o governo colonial tinha atribuído a primeira concessão de turismo no Parque.

Em 1955, a Divisão dos Serviços de Veterinária do governo colonial assumiu o controlo sobre a gestão de toda a fauna e flora bravia em Moçambique, incluindo a Gorongosa. A Gorongosa foi nomeada Parque Nacional pelo governo português, em 1960.

Em 1960, após reconhecer que a reserva necessitava de mais protecção ecológica formal e mais instalações para a actividade turística crescente, o governo português declarou a reserva e mais 2.100 metros quadrados de terra (um total de 5.300 metros quadrados), um Parque Nacional.

O novo Parque deu passos significativos de melhorias, arrancaram construções de estradas e outras infra-estruturas. Entre os anos de 1963 e 1965, as instalações de Chitengo foram alargadas para acomodar pelo menos 100 turistas. Nos finais dos anos 60, Chitengo já tinha duas piscinas, um bar e um salão de festas, um restaurante com capacidade de servir entre 300-400 refeições por dia, uma estação de correios e uma estação de abastecimento de combustível, uma clínica para urgências, e uma loja para vender objectos artísticos locais.

Igualmente nos finais dos anos 60, realizaram-se os primeiros estudos científicos básicos do Parque, conduzidos por Kenneth Tinley, um ecologista sul-africano. Na

primeira contagem efectuada com meios aéreos, Tinley e sua equipe registaram cerca de 200 leões, 2.200 elefantes, 14.000 búfalos, 5.500 bois-cavalos, 3000 zebras, 3.500 pivas, 2.000 impalas, 3.500 hipopótamos e manadas de centenas de elandes, pala-palas e gondongas.

Tinley também descobriu que muitas pessoas e muita vida selvagem residente dentro e nos arredores do Parque Nacional, depende de um rio, o Vunduzi, que nasce nas vertentes da montanha de Gorongosa. Porque a montanha estava fora das linhas fronteiriças do Parque, Tinley propôs a expansão das fronteiras, de maneira a incluir a montanha por ser o elemento chave do Grande Ecossistema da Gorongosa, com cerca de 8.200 quilómetros quadrados.

Em 1976, um ano depois de Moçambique estar independente de Portugal, contagens aéreas do Parque e do delta do rio Zambeze indicavam aproximadamente 6.000 elefantes e cerca de 500 leões, provavelmente a maior concentração de leões em toda África.

Devido à guerra civil em Moçambique, o Parque foi encerrado e abandonado. Durante nove anos, o PNG foi palco de frequentes batalhas entre as forças opostas. A violenta batalha terrestre, e os bombardeamentos aéreos destruíram todas as construções. Os grandes mamíferos do Parque sofreram terrível destruição.

A guerra civil terminou em 1992, mas a caça furtiva no Parque, principalmente por caçadores vindos da Beira, continuou por mais alguns anos. Por essa altura, as enormes populações de mamíferos de grande porte, incluindo elefantes, hipopótamos, búfalos, zebras e leões, já tinham sido reduzidos em 90% ou mais.

O esforço preliminar para reconstruir a infra-estrutura do Parque Nacional da Gorongosa e restaurar a sua vida selvagem começou em 1994, quando o Banco Africano de Desenvolvimento (BAD) iniciou um plano de reabilitação - com a assistência da União Europeia e da IUCN.

Num período de cinco anos, esta iniciativa do BAD reabriu cerca de 100 km de estradas e caminhos e formou guardas na luta contra a caça ilegal.

Em 2004, o Governo de Moçambique e a Carr Foundation, com sede nos EUA, acordaram unir esforços no sentido de reconstruir a infra-estrutura do Parque, restaurar a sua fauna e flora bravias e estimular o desenvolvimento económico, dando assim início a um novo e importante capítulo da história do Parque.

Entre 2004 e 2007, a Carr Foundation investiu mais de dez milhões de dólares neste esforço. Durante este período, a equipa do projecto de restauração do Parque criou um Santuário de Fauna Bravia de 6.200 hectares e reintroduziu búfalos e bois-cavalo no ecossistema. Também foi nesta altura que se começou a restaurar o Acampamento de Chitengo.

Dado o sucesso deste projecto inicial de três anos, o Governo de Moçambique e a Carr Foundation anunciaram em 2008 a assinatura de um acordo para restaurar e co-gerir o Parque nos próximos 20 anos.

A equipa dedicada de cientistas, engenheiros, gestores de negócio, peritos em economia e programadores de turismo que agora trabalha na restauração do Parque Nacional da Gorongosa está confiante de que com trabalho árduo, com o desenvolvimento da população local e com os rendimentos provenientes do ecoturismo, esta zona espectacular irá reencontrar a glória que teve em tempos.

Em Julho de 2010, o Governo de Moçambique decidiu alterar os limites do Parque Nacional da Gorongosa e incorporar a Serra da Gorongosa (acima dos 700 metros) dando assim satisfação a uma velha aspiração que tinha sido apresentada nos anos 60 pelo então ecologista do PNG, Kenneth Tinley. Nesta data foi também estabelecida oficialmente uma zona tampão com cerca de 3.300 quilómetros quadrados (Parque Nacional da Gorongosa, 2011).

4.4. A estrutura do PNG e a necessidade de dados espaciais

Entre o governo da República de Moçambique representado pelo Ministério de Turismo e a Greg Carr Foundation foi assinado um acordo para desenvolver, em parceria, a administração conjunta do Parque Nacional da Gorongosa, de forma a garantir a preservação do ecossistema e garantir o estabelecimento de uma indústria turística sustentável. O acordo considera que a reabilitação do Parque Nacional da Gorongosa constitui actualmente uma das maiores oportunidades de conservação do mundo.

Quem administra o parque é o Comité de Supervisão. Segundo o acordo, é um órgão composto por um representante delegado pelo Ministro do Turismo e um representante delegado pelo Presidente da Carr Foundation e que deverá prestar governação, orientação e direcção diariamente à Equipa de Gestão do Parque.

Os departamentos compõem a estrutura de Gestão do Parque (Equipa de Gestão do Parque). No acordo estão previstos os departamentos seguintes: o Departamento de Serviços de Conservação, o Departamento de Desenvolvimento Turístico, o Departamento de Serviços Científicos, o Departamento de Relação com as Comunidades, O Departamento de Operações e Infra-estruturas e o Departamento de Educação e Formação.

O Departamento de Serviços de Conservação é responsável pelos programas de conservação do PNG. Estas responsabilidades incluem a gestão e a colocação dos guardas e fiscais do PNG e todas as actividades relacionadas com a fiscalização e aplicação da Lei, incluindo mas não se limitando a actividades contra a caça e pesca furtivas. Estas responsabilidades incluem também o desenvolvimento e a gestão do santuário de fauna bravia, programas de reintrodução de animais e reprodução de animais, programas de veterinária, e programas de controlo de queimadas.

O Departamento de Desenvolvimento Turístico, tem a responsabilidade de implementar o plano de desenvolvimento do turismo. Estas responsabilidades incluem a gestão das acomodações turísticas do parque e de instalações relacionadas e também o desenvolvimento do Plano de Zoneamento Turístico (“PZT”) e a promoção da marca comercial do PNG numa base mundial.

O Departamento de Relação com as Comunidades representa o PNG no seu relacionamento com as comunidades tradicionais localizadas próximo do mesmo. Estas responsabilidades incluem o estabelecimento de órgãos representativos das Comunidades e o estabelecimento de Acordos com cada uma das Comunidades. O Departamento de Relação com as Comunidades também é responsável por aconselhar as Comunidades acerca da utilização dos fundos partilhados das Receitas do Parque e por participar com as Administrações Distritais nos seus planos de desenvolvimento distritais.

O Departamento de Educação e Formação, é responsável pelo desenvolvimento e implementação de programas de educação sobre conservação junto das Comunidades. Este Departamento será também responsável pelo desenvolvimento de programas de ensino e pela implementação de programas de educação e formação para o desenvolvimento da capacidade dos trabalhadores, em todos os Departamentos do Parque.

O Departamento de Serviços Científicos, tem a responsabilidade de desenvolver e manter o Plano de Gestão Ecológica do Parque e o plano da Zona Tampão. O Departamento de Serviços Científicos deverá monitorar o ecossistema através da utilização de recursos altamente formados e de recursos técnicos competentes. O Departamento recolherá e avaliará dados, e desenvolverá relacionamentos com instituições académicas de nível mundial, e outras instituições de ciências. O Departamento de Serviços Científicos aconselhará o Departamento de Serviços de Conservação.

O Departamento de Operações e Infra-estruturas faculta serviços comerciais a todos os outros Departamentos, assim como às suas próprias unidades. Estes serviços incluem contabilidade, aprovisionamento/contratos, e apoio aos recursos humanos. É também da responsabilidade do Departamento de Operações e Infra-estruturas o desenvolvimento e a implementação de um programa de cuidados de saúde para o Parque. O Departamento de Operações e Infra-estruturas administra o relacionamento entre o Parque e as empresas de arquitectura, construção, de seguros e bancos. Este Departamento planeia novas instalações e administra o programa de manutenção e infra-estruturas do Parque.

Para a restauração do PNG prevê-se a colecta e a gestão de um grande volume de dados espaciais como se pode depreender a partir das seguintes definições, considerações e objectivos encontrados no acordo:

1. **“Ecossistema da Grande Gorongosa”** significa o Parque e todas as porções de terra circunvizinhas que estão ligadas ao mesmo, em particular no que concerne recursos hidrológicos, corredores de fauna bravia, a sua actividade económica e afinidades social e cultural e estruturas das Comunidades;

2. **“Plano de Gestão Ecológica”** significa uma das quatro componentes que compõe o Plano de Maneio, e deverá ser um plano completo e integrado para a gestão ecológica do Ecossistema da Grande Gorongosa;
3. **“Plano de Zoneamento do Ecossistema da Grande Gorongosa”** significa outra das quatro componentes que constituem o Plano de Maneio, e é o sistema de parcelamento da zona criado com o objectivo de identificar e classificar as zonas de terra e de água no Parque e na Zona Tampão, e bem assim determinar os usos permitidos e restritos dos recursos localizados nas referidas áreas identificadas, que constitui o Plano de Zoneamento Ecológico. Em acréscimo, o Plano de Zoneamento do Ecossistema da Grande Gorongosa inclui ainda um Plano de Zoneamento Turístico que descreve as localizações físicas autorizadas para todas as actividades relacionadas com o turismo;
4. **“Plano de Zoneamento Turístico (PZT)”** significa o instrumento que define as oportunidades turísticas dentro das áreas de desenvolvimento do Parque e da Zona Tampão, que será parte do Plano de Zoneamento do Ecossistema da Grande Gorongosa;
5. **“Zonas de Gestão do Parque”** significa as cinco zonas de gestão que não se sobrepõem, identificadas e reconhecidas dentro do Parque, que em conjunto totalizam toda a área do Parque, e que terão a seguinte designação: Zona Bravia (Zona 1), Zona de Recreação Turística (Zona 2), Zona de Acomodação Turística (Zona 3), Zona de Administração de Parque (Zona 4) e Zona de Uso Sustentável de Recursos Naturais (Zona 5);
6. **“Zona de Protecção de Captação”** significa a área que cobre toda a zona hidrológica do Lago Urema, incluindo toda a água que desagua nos Rios Nhandugue, Vunduzi, Mucoza, Mapuaze e Púngue, e bem assim as águas locais que percorrem directamente para o Lago Urema e o seu canal fluvial, e todas as porções de terra dentro de um raio de 10 (dez) quilómetros a partir da fronteira do Parque.

Para lidar com este grande volume de dados espaciais o PNG possui um SIG onde todos os dados são armazenados, geridos, transformados em informação e disponibilizados aos utilizadores, pertencendo estes ao parque ou não. O SIG está localizado dentro dos Serviços Científicos, que agora estão incorporados no Departamento de Conservação depois de uma remodelação feita na estrutura do parque. Os Serviços Científicos são,

então, os responsáveis pela captura, criação, gestão e armazenamento de todos os dados espaciais do PNG. Com base no acordo pode-se ver que no PNG existe uma grande necessidade de partilha e distribuição de dados espaciais. Senão, vejamos: O Departamento de Serviços de Conservação tem, entre outras e segundo o acordo, a responsabilidade de demarcação e manutenção dos limites legais do parque e subdivisão em zonas de gestão; demarcação e gestão da Zona Tampão; gestão dos recursos naturais; gestão de queimadas, gerir e monitorar a vegetação, incluindo a madeira para combustível (lenha), a pastagem de gado, capins, plantas medicinais, vinho de palma, e outros recursos; monitorar e controlar espécies vegetais não indígenas ou agressivas; monitorar a erosão do solo, qualidade da água, e quantidade de água; gestão ecológica do Ecossistema da Grande Gorongosa. O Departamento de Desenvolvimento Turístico tem, entre outras e segundo o acordo, a responsabilidade de criar o Plano de Zoneamento Turístico. O Departamento de Relação com as Comunidades oferece às comunidades infra-estruturas como poços, furos de água, escolas e postos de saúde. A sua localização e mapeamento são importantes para a sua gestão e futuras construções. O Departamento de Operações e Infra-estruturas necessita da localização das suas infra-estruturas e mapas para planificar futuras construções. Todas estas tarefas requerem, como se pode ver, dados espaciais, que são recolhidos e armazenados pelos Serviços Científicos. Um WebSIG é de extrema utilidade para mostrar a distribuição espacial dos dados aos diversos departamentos, para imprimir os mapas nos seus gabinetes em vez de ir aos Serviços Científicos pedi-los, agora eles podem fazer sozinhos e caso necessitem de dados podem obter através dos serviços WFS do WebSIG. Por outro lado os departamentos poderão partilhar dados entre si, uma vez que dados capturados e utilizados por um departamento poderão ser úteis para outros departamentos.

O WebSIG será importante não só para troca e visualização de dados dos diferentes departamentos ou na ajuda de tomada de decisões. A sua interface gráfica pode ser o primeiro canal de comunicação entre o turista e o parque. Com a interface gráfica é possível apresentar os mapas ou os dados de uma forma interactiva, podendo o turista ter o primeiro contacto com locais de seu interesse. O WebSIG ajuda de uma forma prática e interactiva na divulgação das principais potencialidades do parque. Os turistas poderão ver a localização do parque, a localização da serra, as vias de acesso, a localização das comunidades vizinhas, os principais trilhas, os principais acampamentos, a distribuição de alguns animais e diversos pontos de interesse. Como a

interface gráfica é interactiva os turistas poderão fazer zoom e pan das imagens, seleccionar temas ou camadas e poderão até imprimir mapas.

4.5 Conclusão

O PNG tem um passado glorioso de turismo e conservação. O Projecto de Restauração do PNG é uma grande oportunidade para recuperar esse passado e colocar o parque na rota dos grandes destinos turísticos mundiais e também para conservar um ecossistema riquíssimo, com uma grande biodiversidade.

Devido ao grande volume de dados espaciais existente no PNG, a decisão dos Serviços Científicos de disponibilizar parte desses dados ao dispor dos diversos utilizadores através de um WebSIG, foi estratégica.

Com o WebSIG a divulgação do PNG pelo mundo é maior e uma vasta quantidade (ou parte dela) de dados e informação geográfica recolhidos pelos Serviços Científicos e outros departamentos do PNG estará disponível a diversas partes interessadas, nomeadamente turistas, funcionários do PNG, estudantes, investigadores ou apenas curiosos.

5. DESENVOLVIMENTO DO WEBSIG DO PNG

5.1. Introdução

Com o WebSIG, o PNG pretende instalar um portal de referência para distribuição e difusão da imensa informação espacial existente no parque, facilitar o acesso e a consulta interactiva aos serviços e instalações disponíveis de maneira que o potencial turista possa tomar decisões relativas a sua visita ao parque. O WebSIG do PNG disponibilizará e permitirá que diferentes pessoas ou entidades visualizem e manipulem informação espacial do parque. Este capítulo descreve de numa forma detalhada a instalação dos softwares utilizados no projecto e o desenvolvimento do interface do WebGIS do PNG, descreve os softwares utilizados, o servidor Web MapServer, a base de dados espaciais PostgreSQL/PostGIS, a ferramenta pmapper assim como serviço WFS básico para aceder aos dados usando o software QGIS. Descreve as instalações, a aplicação no geral, as suas características e as suas funcionalidades.

Os dados foram fornecidos pelos Serviços Científicos do PNG.

5.2. Softwares utilizados no desenvolvimento do WebSIG do PNG

5.2.1. MapServer

MapServer é um software de código aberto e gratuito para processamento de dados geográficos escrito em C. MapServer foi originalmente desenvolvido pela Universidade de Minnesota (UMN) no projecto ForNet em cooperação com a NASA e com o Departamento de Recursos Naturais de Minnesota. Mais tarde, foi hospedado pelo projecto TerraSip, um projecto patrocinado NASA entre os UMN e um consórcio de gestão de interesses terra. MapServer é agora um projecto da OSGeo, e é mantido por um número crescente de desenvolvedores de todo o mundo. É apoiado por um grupo diversificado de organizações que financiam melhorias e manutenção, e administrado dentro OSGeo pelo Director do Projecto MapServer Comissão constituída por desenvolvedores e outros contribuintes.

No geral uma aplicação MapServer é composta pelos seguintes elementos:

- Dados

- Mapfile
- Formulário de inicialização (necessário para o funcionamento do MapServer em modo CGI)
- Template

Os dados de entrada devem estar armazenados numa base de dados ou dentro de uma pasta no computador. Neste projecto os dados estão armazenados no PostgreSQL/PostGIS.

O Mapfile é um ficheiro com extensão .map onde se fazem as definições e as configurações para o processamento de mapas. É o ficheiro base para configuração das aplicações. É escrito em formato de texto puro e o ficheiro é lido pelo MapServer para processar os mapas. É neste ficheiro que definimos os mapas a serem apresentados, o caminho para ir buscar os dados para processar os mapas, as cores, os símbolos, as legendas, etc. O Mapfile define como os mapas serão apresentados ao cliente (utilizador). Um exemplo simples de um ficheiro Mapfile é mostrado na figura que se segue.

```
MAP
  NAME          "Gorongosa"
  UNITS          meters
  EXTENT         594958 7867983 713202 7984495
  SIZE           800 600
  IMAGETYPE      PNG
  IMAGECOLOR     250 246 246
  FONTSET        "E:\PNG\fonts.txt"

  SHAPEPATH     "E:\PNG"

  WEB
    IMAGEPATH   'C:\ms4w\Apache\ms_tmp'
    IMAGEURL    '\ms_tmp'
  END

  LAYER # Layer de polígono do parque
    NAME 'PNG'
    DATA "png.shp"
    STATUS DEFAULT
    TYPE POLYGON
    CLASS
      NAME 'parque'
      STYLE
        COLOR 46 170 46
        OUTLINECOLOR 176 176 176
      END # style
    END # class
  END # Layer

  PROJECTION
    "init=epsg:2736"
  END # Projection

END
```

Figura 2: Um exemplo de ficheiro Mapfile

Formulário de inicialização: É uma declaração em HTML que envia ao executável do MapServer os parâmetros básicos para inicialização da aplicação (a localização do Mapfile e o URL do MapServer CGI).

O template define como é que os componentes gerados pelo MapServer tais como, mapas, legendas, barras de escala, etc., serão apresentados ao utilizador e de que maneira o utilizador vai interagir com a aplicação.

O MapServer pode basicamente ser utilizado de 3 maneiras: CGI, MapScript e WebServices.

CGI: É a maneira mais simples de trabalhar com uma aplicação MapServer. Usando o MapServer em modo CGI é necessário que o ficheiro executável (mapserv.exe) esteja colocado numa pasta específica dentro do servidor Web (cgi-bin no servidor Web Apache). O executável mapserv.exe recebe os parâmetros de inicialização da aplicação webmapping, processa as requisições feitas solicitadas e retorna ao navegador o resultado (mapas, legendas, barra de escala e etc.)

MapScript: O MapScript estende as funcionalidades do MapServer para as linguagens de programação (linguagem script), disponibiliza os recursos do MapServer às linguagens de programação. Assim, pode-se construir aplicações usando os recursos do MapServer e os recursos da sua linguagem de programação preferida, atingindo um grau de personalização ou customização que não é possível atingir quando usamos o Mapserver em modo CGI.

O MapServer em modo MapScript está disponível para as seguintes linguagens de programação: PHP, Python, Perl, Ruby, TCL, Java e C#.

As especificações WMS, WFS e WCS do Open Geospatial Consortium (OGC) são implementadas pelo MapServer e isto permite que se possam desenvolver aplicações que fazem o MapServer funcionar como um serviço de mapas vias Web. Assim, pode-se utilizar o MapServer para disponibilizar dados via Web que poderão ser acessados usando software desktop tais como Quantum GIS, ArcView, ArcExplorer, Jump ou uDIG.

Basicamente o MapServer funciona do seguinte modo: O utilizador através do navegador Web faz a requisição do mapa. O pedido é aceite pelo servidor Web Apache que passa os argumentos ao executável do Mapserver (mapserv.exe). O MapServer acessa o ficheiro Mapfile e com base nas definições desta, executa o pedido e gera o mapa-imagem a partir dos dados que podem estar numa base de dados, num arquivo de dados ou num local remoto dentro de uma rede. O Apache passa ao navegador Web o HTML com o mapa resultante. A figura 3 mostra o funcionamento básico do Maperver.

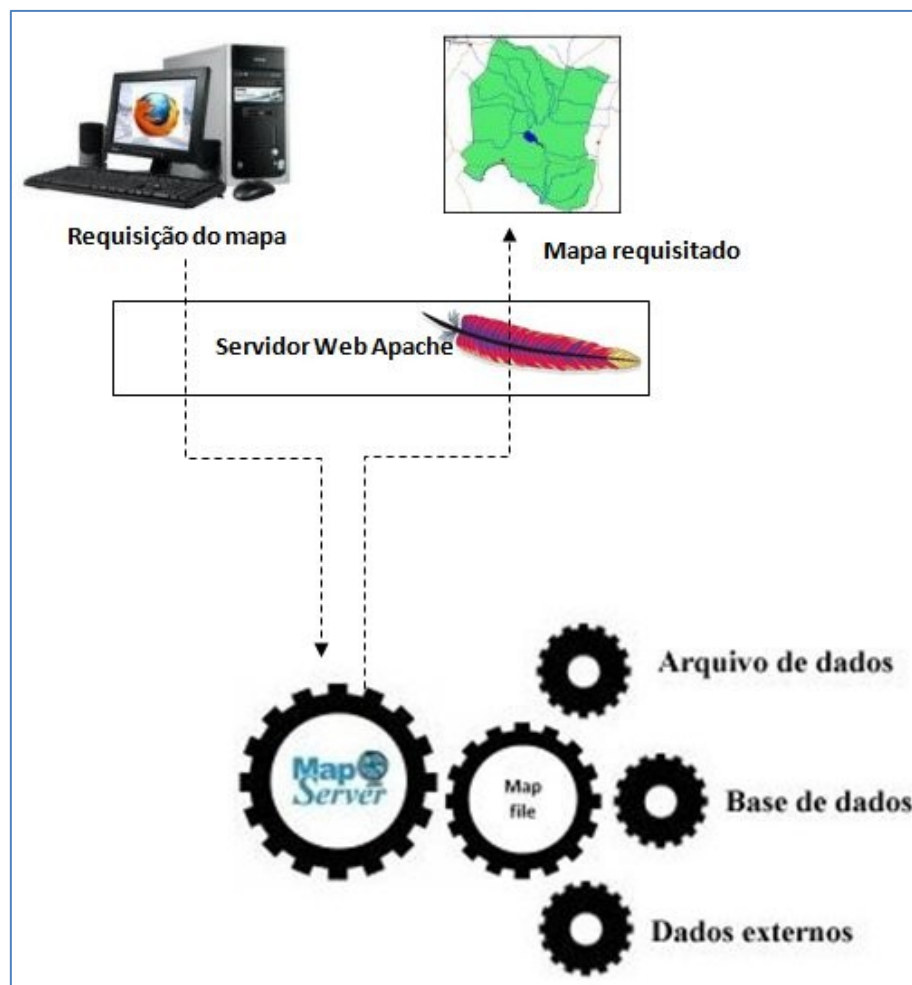


Figura 3: Operações básicas de uma aplicação MapServer (Adaptado de Mitchell (2005))

O MapServer pode utilizar dados em formato vectorial e em formato *raster*. Entre os dados de formato vectorial destacamos os seguintes: shapefile da ESRI, coverage do ArcInfo, Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS, MySQL/MySQL Spatial, Mapinfo TAB e MIF/MID, Microstation DGN. Do formato vectorial destacamos os seguintes: TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG e todos os formatos do GDAL.

O MapServer pode ser instalado em diferentes sistemas operativos tais como Windows, Linux, Solaris, Mac Os ou FreeBSD.

5.2.2. pmapper

O pmapper é uma aplicação onde o utilizador visualiza as informações e pode interagir com ela. Ele foi desenvolvido para oferecer uma aplicação WebGIS baseada em MapServer e em PHP/Mapscript. Funciona com todos os formatos de dados suportados pelo Mapserver e implementa padrões OGC para WMS. Com pmapper podemos de uma maneira fácil e simples configurar um ambiente servidor/cliente, uma funcionalidade completa e várias modalidades para facilitar a configuração de uma aplicação MapServer.

As suas características mais importantes são:

DHTML (DOM) interface zoom/pan, zoom/pan através das teclas do teclado, da roda do rato e do mapa de referência mapa, fácil configuração de layout, funções de consulta (identificar, seleccionar, pesquisar), pesquisa de atributos, incluindo sugestões e caixas de selecção, layout flexível dos resultados das consultas via modelos de JavaScript, resultados de consultas com ligações à base de dados e hiperlinks, interface do usuário multilíngue pré-definidos, totalmente compatível com XHTML 1.0, legendas em HTML e vários outros estilos, funções de impressão em HTML e PDF, janelas pop-up e de diálogo em DHTML, identificação pop-up com o movimento do mouse sobre o mapa, função de medição de distância e cálculo de área, adição de etiquetas com pontos de interesse no mapa, iniciar o mapa com zoom para um extensão pré-definida, plugin API para adicionar funcionalidades personalizadas, vários outros *plug-ins*: camada de transparência, a exportação do resultado da consulta, e muito mais (pmapper, 2011).

O pMapper funciona em conjunto com Mapserver desde a versão 4.2 e é multi-plataforma, sendo possível instalar o framework em ambiente MS Windows, GNU/Linux e Mac OSX.

5.2.3. PostgreSQL/PostGIS

A base de dados do projecto, onde MapServer “lê” os dados, foi construída no software PostgreSQL/PostGIS. O PostgreSQL é um dos mais populares e avançados sistemas de

gestão de bases de dados (SGBD) relacional com código aberto. O PostgreSQL possui uma ferramenta para administração da base de dados chamada pgAdmin III que permite, entre outras funcionalidades, a execução e o carregamento de ficheiros de linguagem SQL. Uma base de dados espacial é um tipo de base de dados que tem capacidades de armazenar dados com informações de carácter espacial. O PostgreSQL por si só não consegue criar base de dados espaciais sendo necessário usar uma extensão que lhe permite manipular dados espaciais. Esta extensão ou módulo é o PostGIS. O PostGIS pode ser instalado durante ou depois da instalação do PostgreSQL.

Para dados espaciais, o PostGIS acrescenta uma coluna chamada Coluna Geométrica no qual todos os registos têm uma descrição espacial. Deste modo, pode-se dizer que as tabelas do PostGIS são tabelas espaciais.

O PostGIS é bastante conhecido tanto a nível académico como empresarial, mas ela, por enquanto, somente trabalha com dados espaciais vectoriais. O projecto WKT *raster* estenderá as capacidades do PostGIS, habilitando-o a trabalhar com dados *raster* (matriciais).

O projecto WKT *raster* é um projecto bastante novo e será definitivamente incorporado à versão do PostGIS quando o mesmo chegar a versão 2.0, o que deve acontecer dentro dos próximos meses. A ideia do WKT *Raster* (que será baptizado oficialmente de PostGIS *Raster*) é permitir que os utilizadores carreguem na base de dados imagens e usem a linguagem SQL para consultar e analisar os dados. Toda a implementação do PostGIS *Raster* é baseada no novo tipo de dados *RASTER* que suportara operações entre dados vectoriais e matriciais sem distinção, aumentando ainda mais a fama de "melhor extensão espacial do mundo" do PostGIS (FOSS Brasil, 2011).

5.3. Criação do interface do WebGIS do PNG

5.3.1. MapServer. Instalação do MS4W (MapServer for Windows)

Para este projecto usou-se o pacote MS4W que é um pacote desenvolvido pelo pessoal da Maptools. O objectivo deste pacote é permitir que os diversos níveis de usuários do MapServer possam instalar rapidamente um ambiente de trabalho para o desenvolvimento do MapServer no Windows. É também um ambiente para criação e distribuição de aplicações MapServer (Maptools, 2011).

MS4W contém instalações padrão do Apache, PHP, MapServ, MapScript (CSharp, Java, PHP, Python) e algumas aplicações de amostra. Ele é estruturado de tal forma que facilita a actualização dos componentes individuais sem estragar o resto da instalação. O pacote de instalação básico vem pré-configurado com os seguintes softwares e utilitários (As versões podem variar conforme as versões do MS4W. Para este projecto usou-se o MS4W versão 3.0.1):

- Apache 2.2.17 (with OpenSSL 0.9.8o)
- PHP 5.3.5
- GDAL 1.8.0
- MapServer CGI 5.6.6 at /cgi-bin/mapserv.exe
- MapScript 5.6.6 flavours:
 - php_mapscript.dll
 - CSharp mapscript at *\ms4w\Apache\cgi-bin\mapscript\csharp*
 - Java mapscript at *\ms4w\Apache\cgi-bin\mapscript\java*
 - Python mapscript at *\ms4w\Apache\cgi-bin\mapscript\python*
- Commandline Utilities
 - execute **\ms4w\setenv.bat** to use the utilities
 - MapServer Utilities
 - physically located at *\ms4w\tools\mapserv*
 - GDAL/OGR Utilities
 - physically located at *\ms4w\tools\gdal-ogr*
 - PROJ.4 Utilities
 - physically located at *\ms4w\proj\bin*
 - Shapelib Utilities
 - physically located at *\ms4w\tools\shapelib*
 - Shpdiff Utility
 - physically located at *\ms4w\tools\shpdiff*
 - Shp2tile Utility
 - physically located at *\ms4w\tools\shp2tile*
 - AVCE00 Utility
 - physically located at *\ms4w\tools\avce00*
 - msTileCache Utilities
 - physically located at *\ms4w\tools\mapserv*
- OWTChart utility:
 - introduction
 - owtchart.exe
 - gifsample.exe
- OGR/PHP Extension (documentation)

Além destes softwares vem incluído no pacote MS4W algumas aplicações como Chamaleon, GMap, Openlayers ou outros que correm por cima do MapServer.

Para instalar basta correr o executável (ms4w-3.0.1-setup.exe para este projecto). Depois de correr o executável o MapServer é instalado na raiz (C:\) e obtém-se uma estrutura de directórios semelhante ao da figura que se segue (fig. 4).

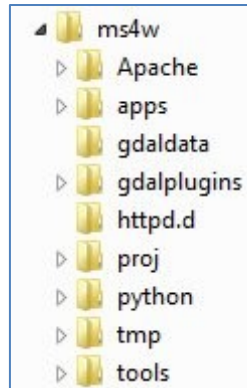


Figura 4: MS4W: Estrutura dos directórios

Na parte final da instalação o servidor Web Apache é inicializado. Para testá-lo basta digitar na barra de endereços de um navegador Web o seguinte: `http://localhost`. Se tudo estiver bem o navegador abrirá uma página com informações sobre o servidor e os módulos já instalados.

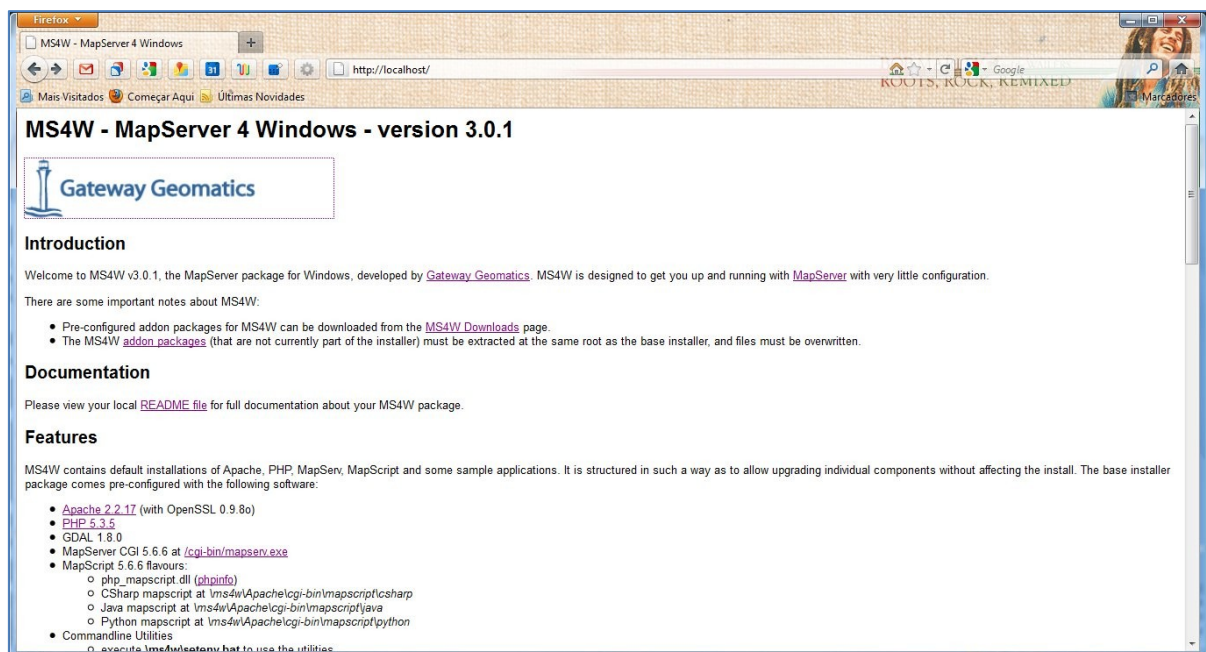


Figura 5: Janela que o navegador apresenta se instalação do MS4W estiver bem feita

Nesta fase, estão criadas todas as condições para se desenvolver aplicações MapServer para colocar na Internet.

5.3.2. Instalação do PostgreSQL/PostGIS e criação da base de dados

No projecto, depois de instalado o Mapserver seguiu-se a instalação do gestor da base de dados PostgreSQL e posteriormente a extensão espacial PostGIS.

O instalador do PostgreSQL é baseado no Windows Installer, por isso deve ser familiar para a maioria dos utilizadores do Windows.

Depois de instalado o PostgreSQL, temos que correr o Stack Builder a partir do Start Menu (Start → All Programs → PostgreSQL → Application Stack Builder) para adicionar o PostGIS ao PostgreSQL. O Stack Builder pode ser usado para baixar e instalar componentes adicionais, drivers e aplicações para complementar qualquer das suas instalações PostgreSQL na máquina local, ou em um servidor remoto. Ao abrir o Stack Builder seleccionou-se PostgreSQL e depois Spatial Extensions e PostGIS.

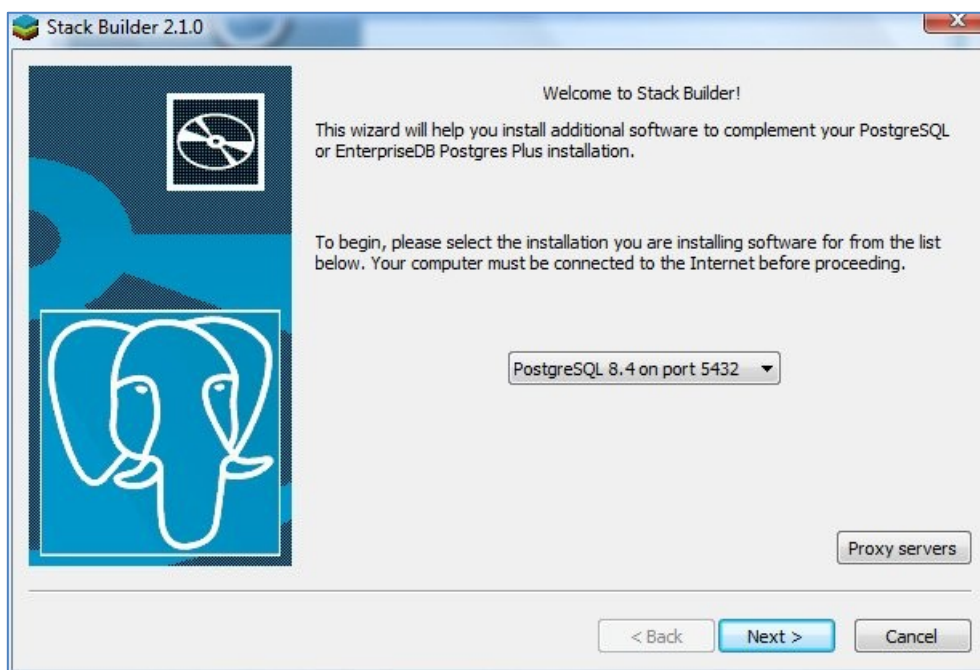


Figura 6: Início de Stack Builder para instalação da extensão espacial PostGIS

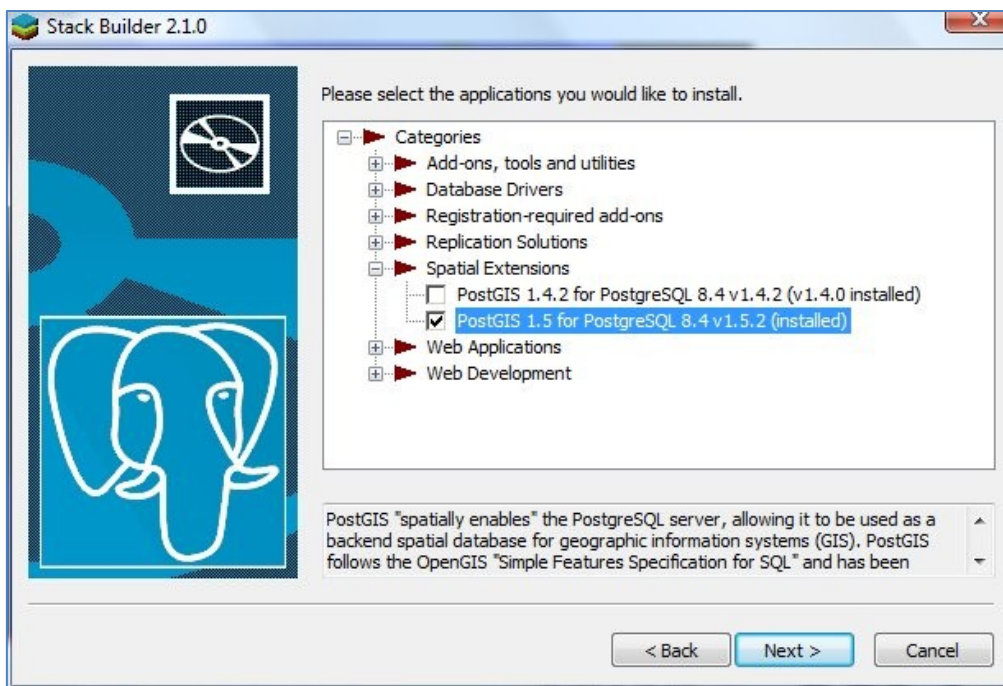


Figura 7: Seleção da extensão PostGIS no Stack Builder

Depois de instalado o PostGIS criou-se a base de dado PNG onde mais tarde seriam preenchidos com os shapefiles a serem usados pelo Mapfile. Para se criar uma base de dados espacial temos que especificar que o modelo é “template_postgis”.

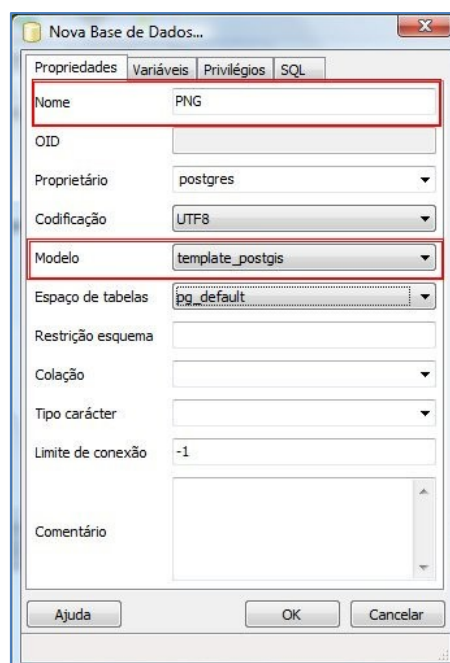


Figura 8: Criação de base de dados espacial no PostgreSQL/PostGIS. Em destaque o modelo: template_postgis

O passo seguinte foi importar os shapefiles para a base de dados PNG. O procedimento foi realizado usando o comando shp2pgsql, que gerou scripts SQL a partir da leitura dos ficheiros shapes. Os scripts SQL foram mais tarde executados no pgAdmin III do PostgreSQL/PostGIS importando assim os shapefiles para a base de dados PNG. O pgAdmin III é uma ferramenta para administração da base de dados no PostgreSQL/PostGIS que permite, entre outras funcionalidades, o carregamento e a execução de ficheiros de linguagem SQL. Para executar o comando shp2pgsql criou-se um ficheiro batch (transf.bat neste projecto) com os seguintes comandos:

```
color 20
for %%x in (*.shp) do shp2pgsql -s 32736 %%~nx %%~nx > %%~nx.sql
pause
exit
```

O comando principal (2ª linha) lê cada shapefile e cria um script SQL de nome nome_do_shapefile.sql. Quando nome_do_shapefile.sql é executado na base de dados PNG, o shapefile é transferido para a base de dados. O shp2pgsql tem vários parâmetros. No projecto usamos o -s que corresponde ao valor do SRID. Os shapefiles foram armazenados usando o SRID 32736 (-s 32736) que corresponde as coordenadas projectadas UTM 36S. Para que shp2pgsql funcione é necessário que estejam na mesma pasta os seguintes ficheiros: shapefiles, ficheiro batch, shp2pgsql.exe e libiconv-2.dll. Sem este último ficheiro, o shp2pgsql.exe não funciona. Uma mensagem de erro é dada dizendo que falta o libiconv-2.dll. Os ficheiros shp2pgsql.exe e libiconv-2.dll podem ser descarregados na Internet.

Para importar um só shapefile para o PostgreSQL/PostGIS pode ser dado o comando seguinte no “Cammand Prompt”:

```
shp2pgsql.exe -s 32736 nome_ficheiro.shp nome_ficheiro > nome_ficheiro.sql
```

nome_ficheiro.shp - é o nome do arquivo que irá ser importado

nome_ficheiro - é o nome da tabela que será criada no PostgreSQL/PostGIS

nome_ficheiro.sql – é o nome do ficheiro SQL que será executado para importar o shapefile

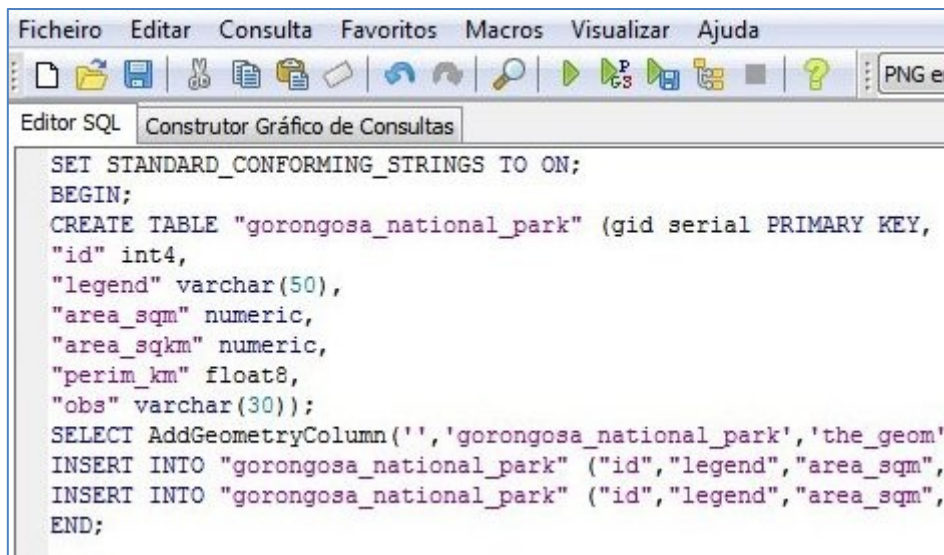


Figura 9: Editor SQL do PostgreSQL/PostGIS. Ao correr o código SQL será criada a tabela espacial “gorongosa_national_park”

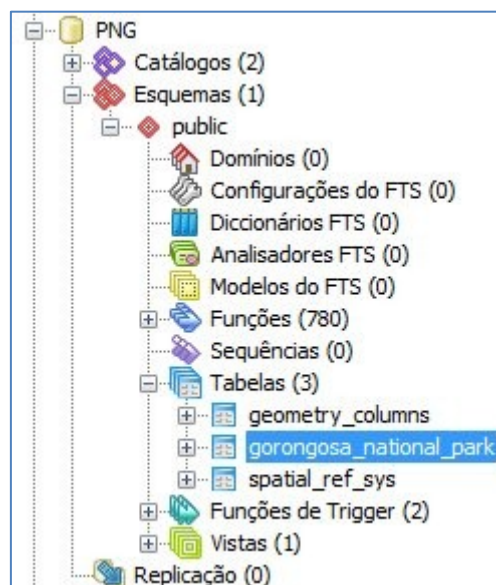


Figura 60: Base de dados espaciais PNG, com uma tabela criada "gorongosa_national_park". As tabelas geometry_columns e spatial_ref_sys são criadas por default pelo PostgreSQL/PostGIS

5.3.3. Instalação do pmapper

O terceiro e último software a ser instalado e a ser configurado é o pmapper. Para este projecto baixou-se a versão para Windows pmapper-4.1.1-ms4w.zip. depois de descompactado temos uma pasta ms4w contendo 3 outras pastas: Apache, apps e httpd.d. Estas 3 pastas já existem no ms4w que foi instalado antes, mas com conteúdos diferentes. Na pasta “apps” encontramos todos os ficheiros da aplicação pmapper (php, xml, javascript, css e html); na pasta httpd.d está o ficheiro de configuração do pmapper

httpd_pmapper.conf. Copiando os conteúdos das pastas que foram descompactadas para as pastas de mesmo nome no computador (não se esqueça que já temos o MS4W instalado) temos o pmapper pronto a funcionar.

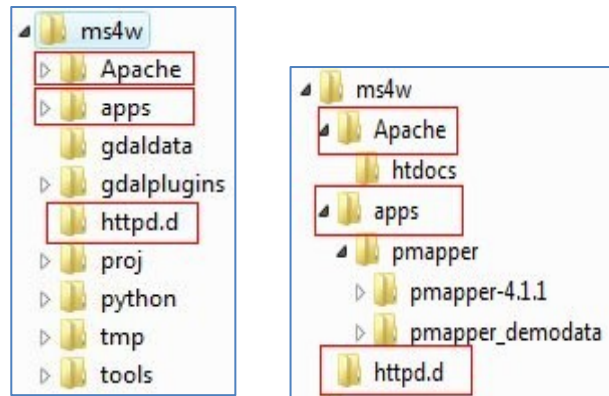


Figura 11: Estrutura do MS4W instalado (esquerda) e MS4W descompactado do pmapper. Os conteúdos das pastas da direita devem ser copiados para as pastas de mesmo nome a esquerda

Para confirmar que o p.mapper está instalado e digite no navegador o endereço: <http://localhost>. Na lista das aplicações instaladas encontrará agora o pmapper. Clicar em *pmapper: start demo application* para ver o funcionamento do demo.



Figura 12: Caso o pmapper esteja bem instalado ao digitar <http://localhost> encontrará o pmapper na lista das aplicações existentes

Para personalizar o pmapper temos que mexer em vários ficheiros, mas os fundamentais são os seguintes:

C:\ms4w\apps\pmapper\pmapper4.1.1\config\default\pmapper_demo.map

C:\ms4w\apps\pmapper\pmapper-4.1.1\config\config_default.xml

C:\ms4w\apps\pmapper\pmapper-4.1.1\config\default\js_config.php

pmapper_demo.map

Este é o Mapfile que contém as configurações do mapa - projecções, a extensão do mapa, formatação, barra de escala, layers de mapas, etc. Mudou-se o nome para *png.map*. O ficheiro *config_default.xml* faz referência a este mapa e por isso, neste ficheiro alterou-se o nome *pmapper_demo.map* para *png.map*. Este é o primeiro ficheiro que se deve alterar para personalizar a sua aplicação. Altere o Mapfile *pmapper_demo.map* conforme os seus propósitos.

config_default.xml

Este ficheiro de configuração requer a edição em várias secções. É neste ficheiro que definimos os plug-in activos (export, transparency,...), o caminho do ficheiro de configuração de pesquisa para a busca de atributos, todos os grupos exibido no TOC (Table of contents), grupos pré-definidos (visíveis no início), o início e o fim de escala para controlo deslizante de zoom, cor de realce para selecção, resolução de impressão em PDF, níveis de DPI para o mapa de download e etc. Este ficheiro contém uma lista de variáveis e parâmetros que possuem um valor predefinido e alteramos conforme as nossas necessidades.

js_config.php

Neste ficheiro encontramos as definições de alguns acessórios extras como por exemplo a definição da lista de selecção da escala, activar o modo *pan* se o botão direito do rato é pressionado, unidades de medida (distância e área), linhas e estilos de polígonos para a medição, entre outras definições.

Outros ficheiros importantes: para estilizar usando css modificar os ficheiros que estão em *C:\ms4w\apps\pmapper\pmapper-4.1.1\templates*; se tiver domínio em PHP modificar os ficheiros que estão em *C:\ms4w\apps\pmapper\pmapper-4.1.1\incphp*; para personalizar a impressão modificar o ficheiro *print.xml* que está em *C:\ms4w\apps\pmapper\pmapper-4.1.1\config\common*.

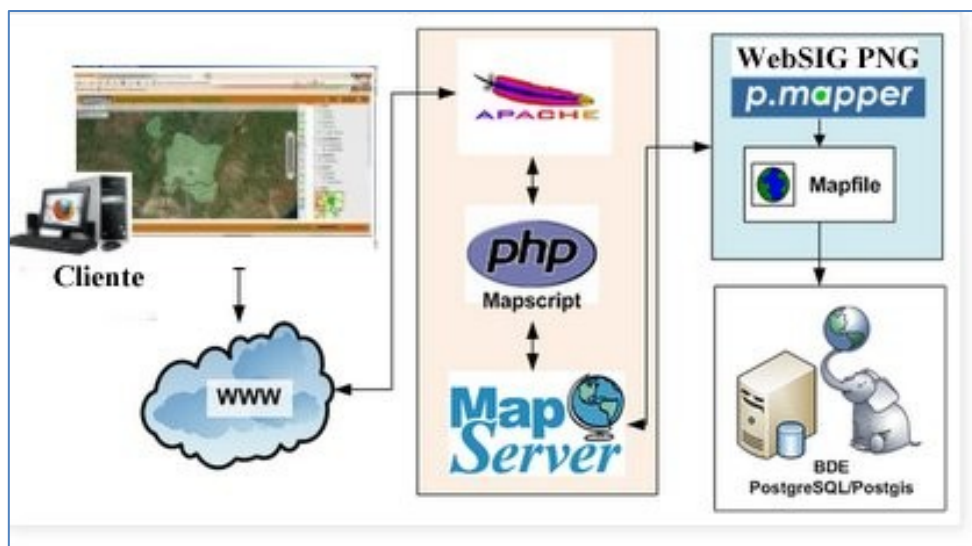


Figura 7: Esquema geral do funcionamento do WebSIG do PNG (Adaptado de Benigno, M. (2007))

5.4. O interface e as funcionalidades implementadas

Ao entrar na aplicação abre-se uma janela dividida em várias secções. Na maior e principal secção pode-se visualizar, centrado, o mapa do PNG e a zona tampão. As outras camadas que aparecem por defeito são: as estradas, os aeródromos, as localidades, as cataratas e no fundo o Virtual Earth que é disponibilizado online. Ainda na secção principal, do lado direito temos o “*slider ruler*” que ao movimentarmos para cima faz o “*zoom in*” e para baixo o “*zoom out*”. No canto inferior esquerdo temos barra de escala e por baixo a coordenadas do cursor no mapa. No canto superior esquerdo temos a escala e a caixa de busca. À direita está a tabela de conteúdos (TOC – *Table of Contents*) com a lista dos temas representados e as respectivas legendas. Os vários níveis podem ser activados ou desactivados marcando ou desmarcando a caixinha quadrada. Pode-se expandir ou contrair os temas clicando no sinal menos (-) ou mais (+). A parte inferior direita é um mapa de referência que é realçada com uma caixa vermelha a porção de território exibido no mapa. A área visualizada pode ser modificada arrastando o rectângulo para a posição desejada. Entre a secção principal e a tabela de conteúdos temos a barra de ferramentas.

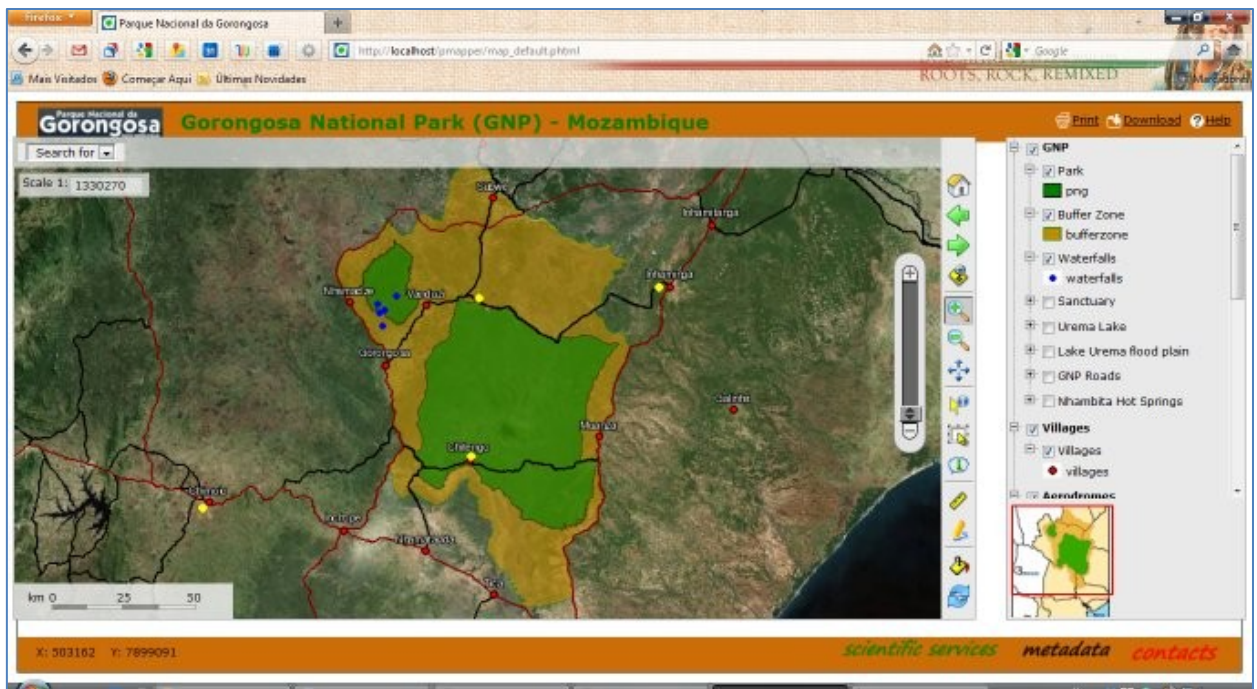


Figura 14: Janela de entrada do WebSIG do PNG

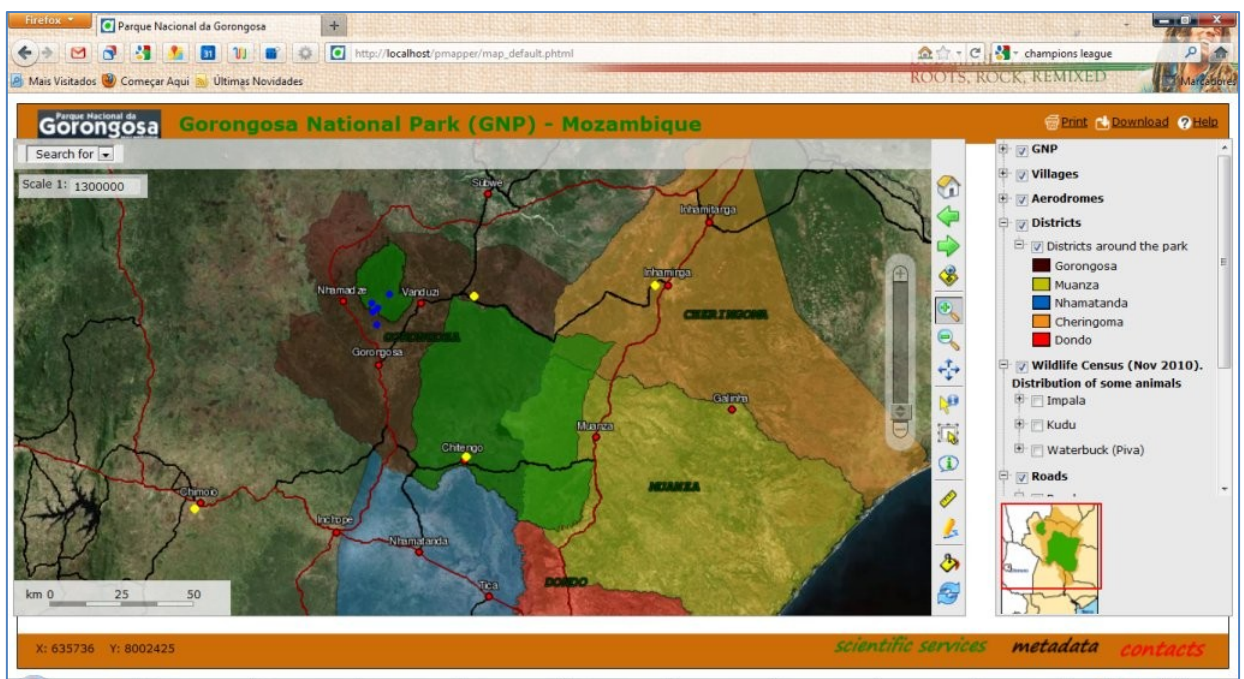


Figura 85: A janela do WebSIG do PNG depois de desactivada a camada da Zona tampão e activada a camada dos distritos a volta do parque

As principais categorias no TOC são:

GNP – que contém as camadas do parque nomeadamente: *Park* que é a camada dos limites do parque (a planície e a serra); *Buffer Zone* que é a camada da zona

tampão do parque; *Waterfalls* que é a camada das cataratas; *Sanctuary* que é camada do santuário dos animais; *Urema Lake* que é a camada do lago Urema que fica no interior do parque; *Lake Urema Flood Plain* que é a camada da zona de inundação do lago Urema; *GNP roads* que é camada das estradas internas do parque e *Nhambita Hot Springs* que é a camada da nascente de águas quentes de Nhambita, uma localidade na vizinhança do parque.

Villages – camada das localidades a volta do parque

Aerodromes – camada dos aeródromos na vizinhança do parque

Districts – camada dos distritos a volta do parque

Wildlife Census – contém camadas da distribuição espacial de alguns animais. A distribuição foi obtida durante o censo animal feita em Novembro de 2010.

Roads – camadas das principais estradas da região

Rivers – camada dos rios que passam pelo parque

Virtual Earth – camada do Virtual Earth

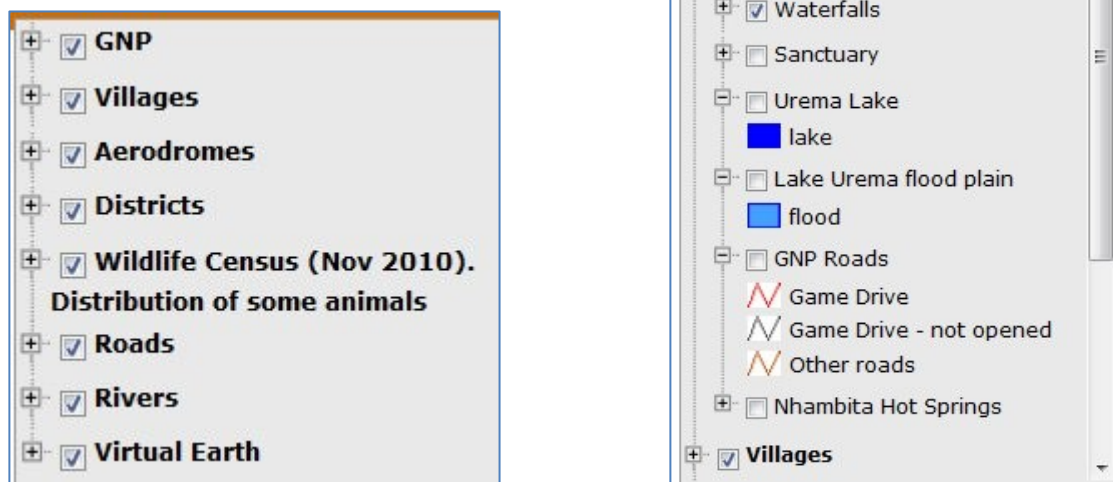










Figura 16: A esquerda: TOC com as principais categorias. A direita: Expansão da categoria GNP mostrando as camadas existentes

A barra de ferramentas tem um conjunto de botões que são mutuamente exclusivos. Ao activar um, desactiva outro.



Faz zoom para extensão total

-  Volta para visualização anterior do mapa
-  Volta para visualização seguinte do mapa
-  Faz “zoom in” ao objecto seleccionado (aproxima o objecto)
-  Ampliação – desenhe um rectângulo para ampliar a área desejada ou clique várias vezes para obter detalhes.
-  Redução – clique num ponto para reduzir a escala de exibição
-  *Pan* – para movimentar o mapa. Clique num ponto e arraste
-  Interrogação - Uma vez activado clique num ponto no mapa para obter informações sobre a camada.
-  Selecção – quando activado, a aplicação activa um menu para escolher a camada que pretende seleccionar (ver figura)

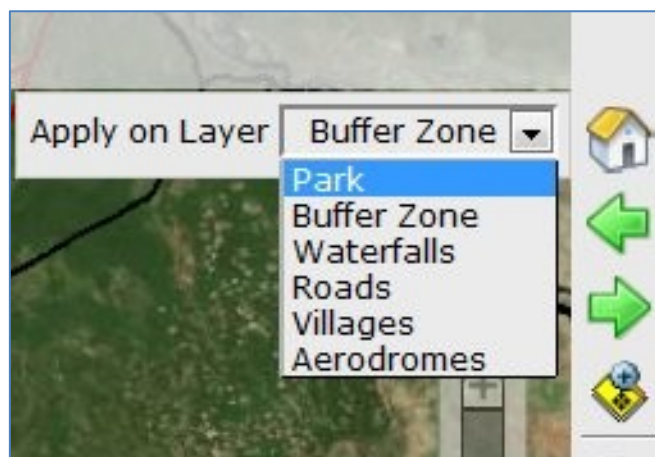


Figura 17: Depois de activar "selecção", tem uma opção para escolher a camada a seleccionar

Depois de seleccionar, ao clicar sobre a camada a aplicação abre uma janela com uma tabela com informações sobre a camada *que pode ser exportada em formato pdf, CSV ou Excel e faz uma ampliação (zoom in) da camada (ver figura 18)*

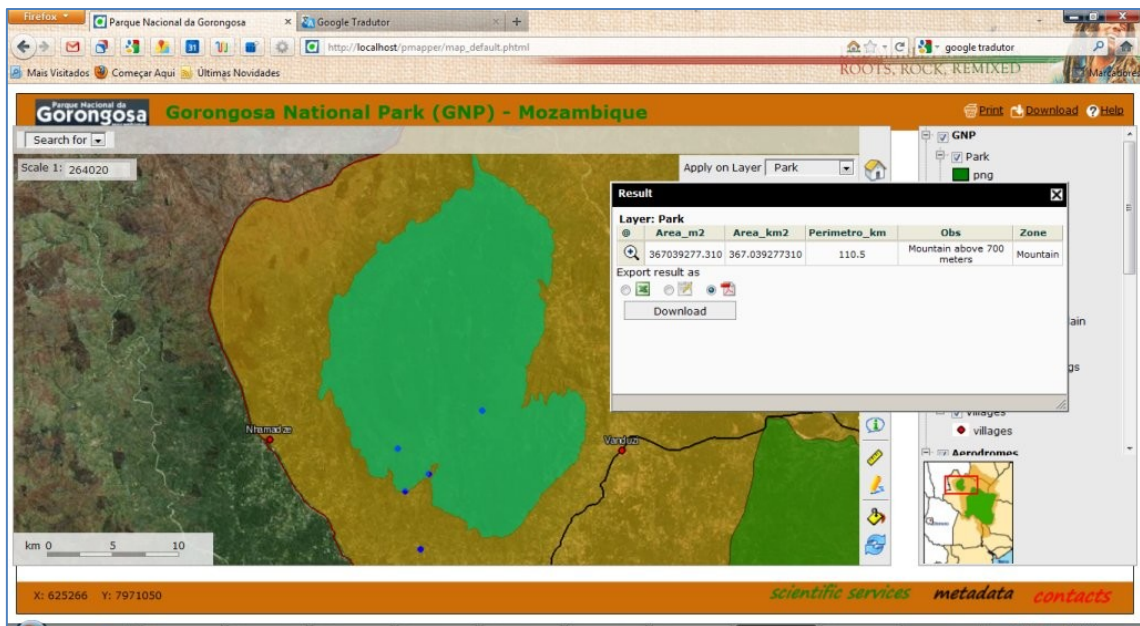



Figura 18: Tabela e ampliação da camada seleccionada

 Identificação dinâmica (*tooltip*) - Esta ferramenta permite visualizar informações sobre uma determinada camada, bastando apenas colocar o cursor sobre ela. Uma vez seleccionada a ferramenta, é necessário seleccionar a camada a ser consultada escolhendo no menu que aparece no canto superior direito. A informação aparece no canto inferior direito. Um exemplo é mostrado abaixo (fig. 19).

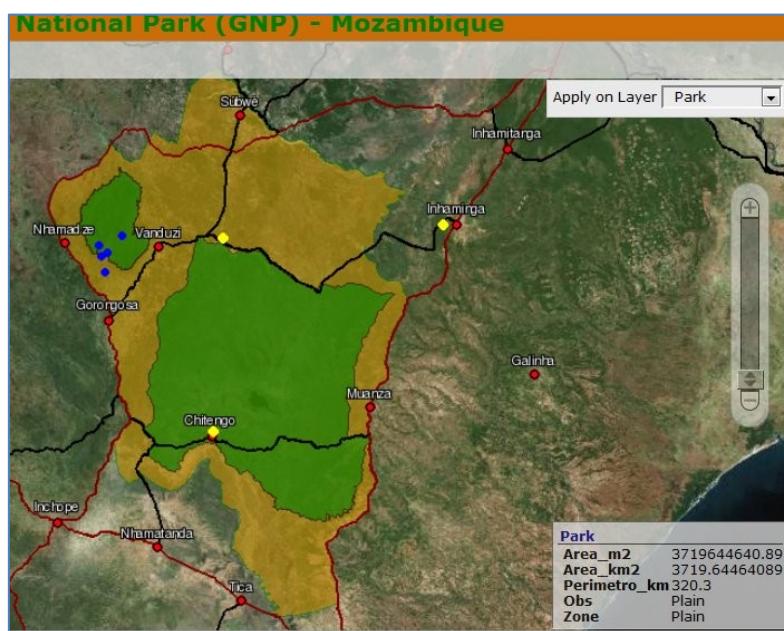


Figura 19: *Tooltip* e as informações sobre a camada no canto inferior direito



Régua de medição – mede distâncias e áreas



Desenho – Esta ferramenta permite desenhar sobre o mapa na secção principal. O resultado pode ser impresso. Pode-se desenhar pontos, linhas ou polígonos.

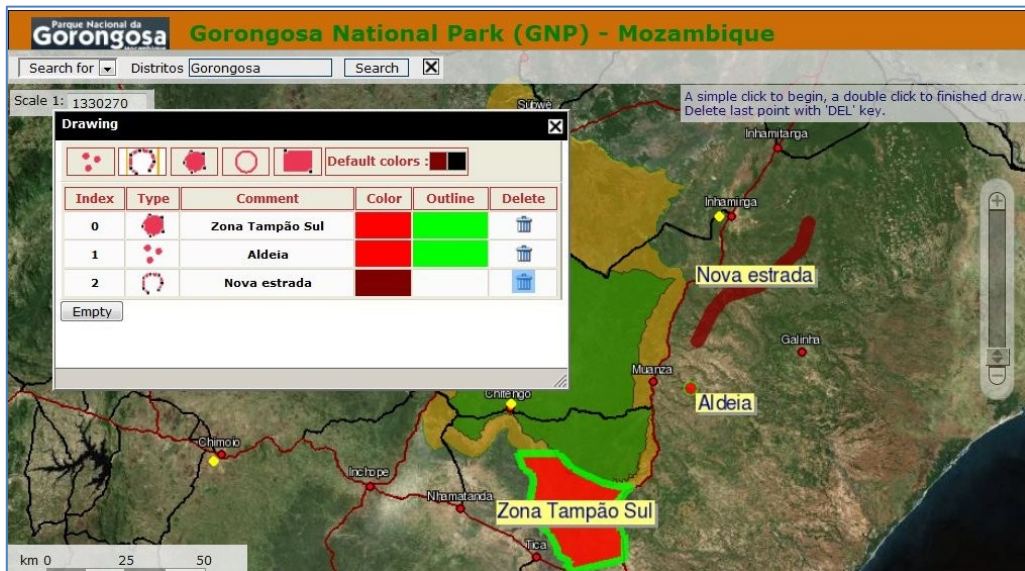


Figura 20: Desenho sobre a janela principal: Zona Tampão Sul (polígono), Aldeia (ponto) e Nova Estrada (linha)



Transparência – Uma vez activada esta ferramenta, ela modifica a transparência da camada seleccionada.



Actualizar – Regenera ou actualiza o mapa

Para cada camada no TOC, clicando com o botão direito, surge um menu com 3 opções: Informações da camada (Layer info), transparência (Transparency), onde podemos mudar a transparência da camada ou fazer ampliação da camada (Zoom to layer).

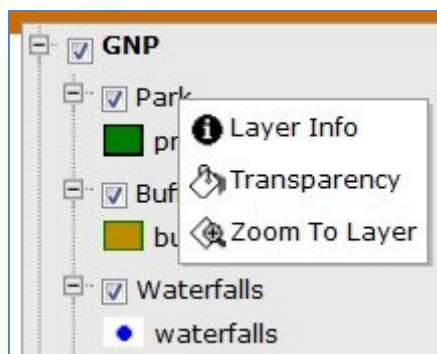


Figura 91: Opções sobre as camadas

No canto superior direito temos 3 opções: Para imprimir o mapa que está a visualizar (Print), fazer o download do mapa (Download) e pedir ajuda (Help).

Ao optar por imprimir, surgirá uma janela onde poderá imprimir imediatamente ou poderá optar por colocar o título, escolher o tamanho do papel (A4 ou A3), escolher a orientação (portrait ou landscape) ou o formato das legendas (em colunas, em linhas ou sem legendas) (fig.)

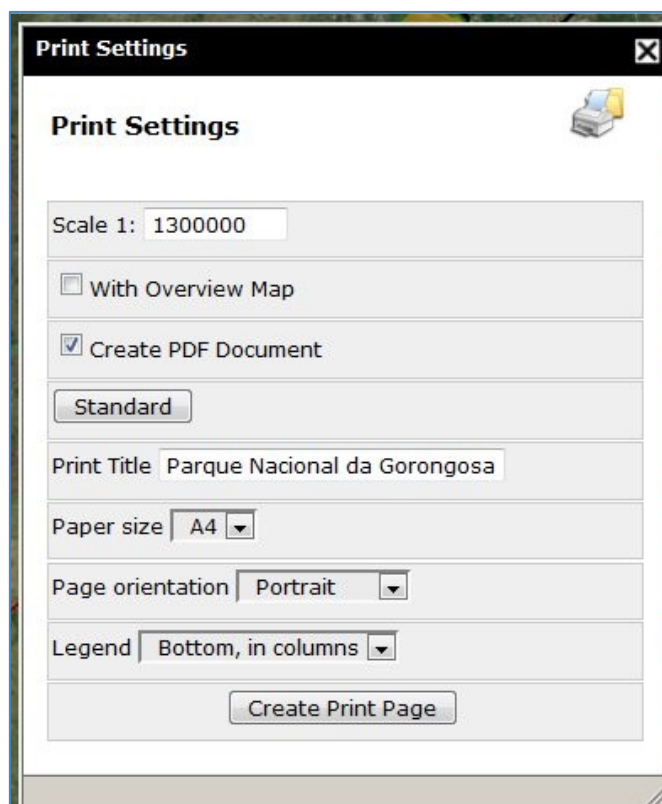


Figura 102: Opções de impressão

Ao clicar em download, abrir-se-á uma nova janela com a imagem existente na secção principal. Poderá gravar a imagem com extensão png ou tif.

No canto superior direito temos a ferramenta de busca. Na busca, mediante um menu podemos seleccionar o objecto de pesquisa. Ao seleccionar abre-se uma janela onde podemos refinar a pesquisa. Por exemplo, ao escolhermos “Distrito” no menu da busca, abre-se uma janela onde escrevemos o nome do distrito. Depois de “Enter” ou fazer clique em “search” a aplicação abre uma tabela com informações sobre objecto em causa, que pode ser exportada em formato pdf, CSV ou Excel e faz uma ampliação (zoom in) do objecto procurado.

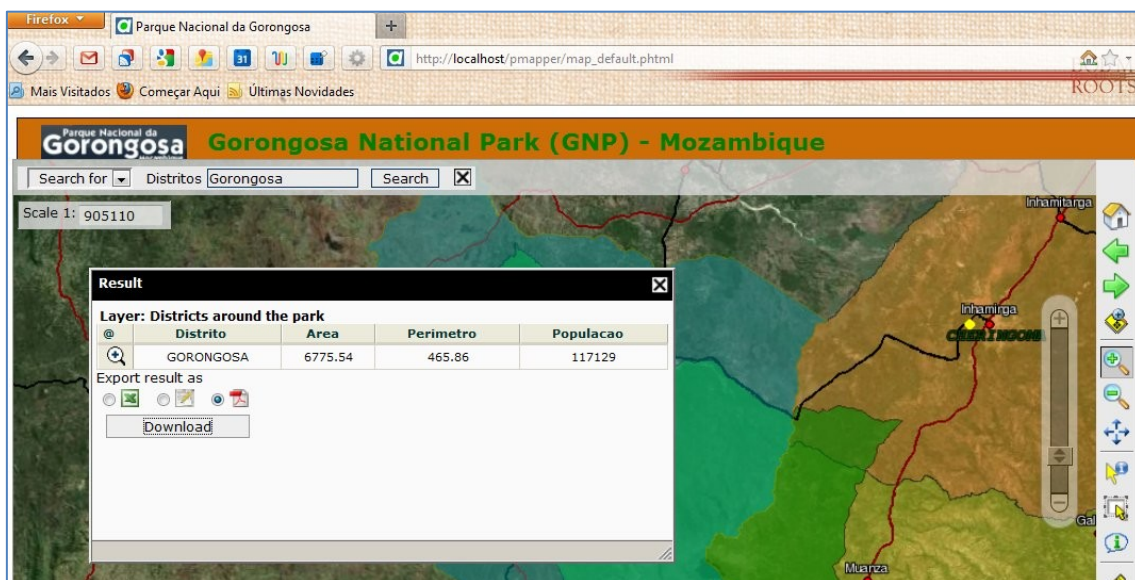


Figura 113: Função "Busca" no WebSIG do PNG

5.5 O serviço WFS do WebSIG do PNG

O WFS providencia regras para obter e manipular entidades (features) geográficas. As entidades são enviadas em formato vectorial e os dados são codificados em GML. São suportadas com o WFS as seguintes operações:

- GetCapabilities
- DescribeFeatureType
- GetFeature
- GetGmlObject

- Transaction
- LockFeature

A Web Feature Service (WFS) representa uma mudança na forma como informação geográfica é criada, modificada e trocada na Internet. Em vez de compartilhar informações geográficas ao nível de arquivo usando File Transfer Protocol (FTP), por exemplo, a WFS oferece acesso directo e refinado à informação geográfica e às suas propriedades. Os serviços WFS permitem que os clientes encontrem ou modifiquem os dados que eles estão procurando. Esses dados podem então ser utilizados para uma ampla variedade de fins (OGC 09-025r1 and ISO/DIS 19142, 2010).

O servidor de mapas MapServer é um servidor WFS. O WFS básico, um serviço apenas de leitura, no MapServer é activado por adição de palavras-chave e valores na tag METADATA do Mapfile (fig. 25).

```

METADATA
  "DESCRIPTION" "Park"
  "RESULT_FIELDS" "area_sqm,area_sqkm,perim_km,obs, zone"
  "RESULT_HEADERS" "Area_m2,Area_km2,Perimetro_km,Obs, Zone"
  "ows_title"      "png"
  "wfs_title"      "PNG" ##REQUIRED
  "wfs_srs"        "EPSG:32736" ## REQUIRED
  "gml_include_items" "all" ## Optional (serves all attributes for layer)
  "gml_featureid"   "ID" ## REQUIRED
END # Metadata

```

Figura 124: Tag Metadata no Mapfile para activar WFS

Para que o serviço funcione, além do servidor de mapas é necessário um software SIG desktop que permita o acesso e possibilite a procura das entidades geográficas. Existe uma vasta quantidade de softwares SIG desktop como uDIG, gvSIG ou mesmo ArcGIS desktop que podem fazer esta operação. Para este caso vamos usar o Quantum GIS.

I. Depois de entrar no QGIS, activar “Add WFS layer...”

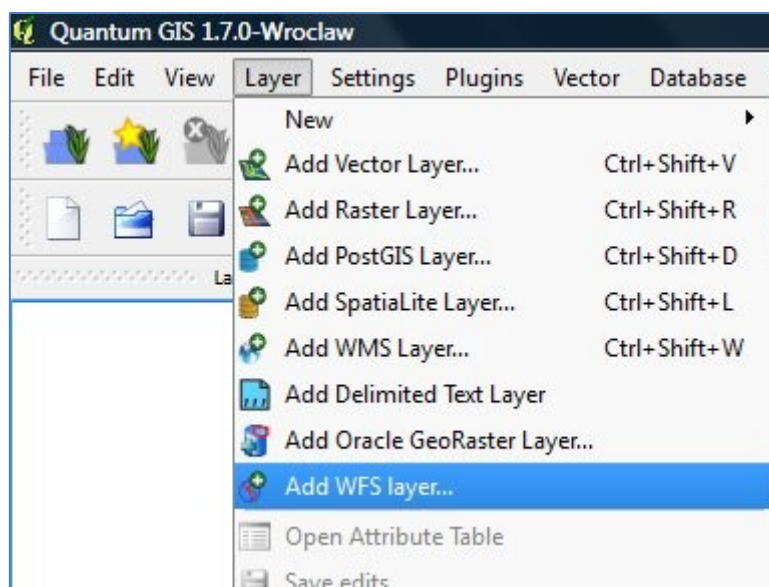


Figura 135: "Add WFS layer..." para activar o serviço WFS no QGIS

II. na janela “Create a new WFS connection”, atribuir um nome à ligação (neste caso PNGdata) e indicar o URL para ligar ao Mapfile. Faça OK e já tem uma ligação ao Mapfile. Através do Mapfile terá acesso aos dados onde quer estes estejam: numa base de dados ou numa pasta no computador.

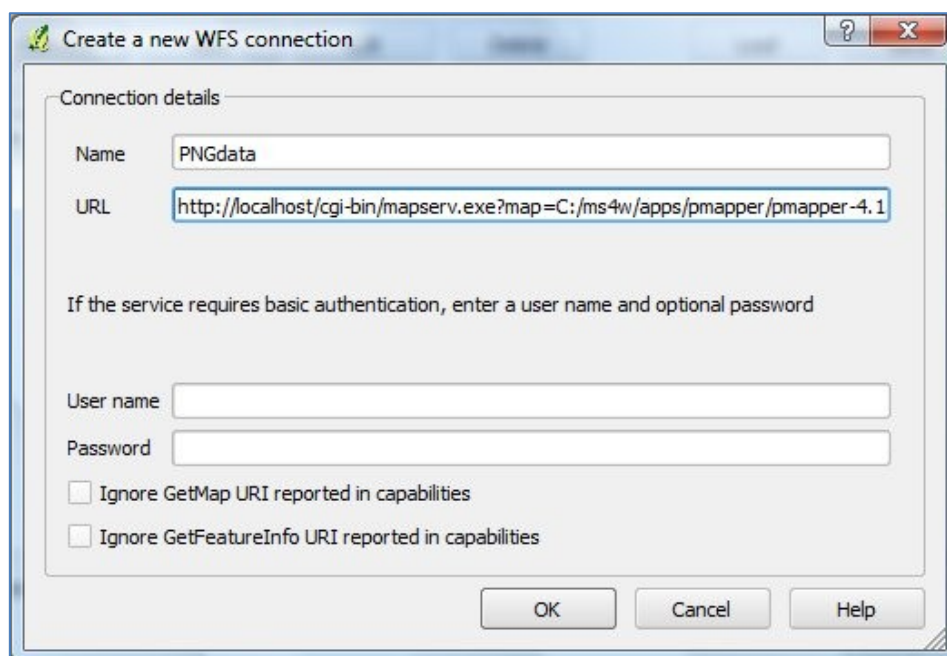


Figura 146: Criação da conexão ao Mapfile

URL

Figura 157: A ligação deve "apontar" obrigatoriamente para o Mapfile. Neste caso png.map.

III. Uma vez definida a ligação, clique em “Connect” para estabelecer a ligação.

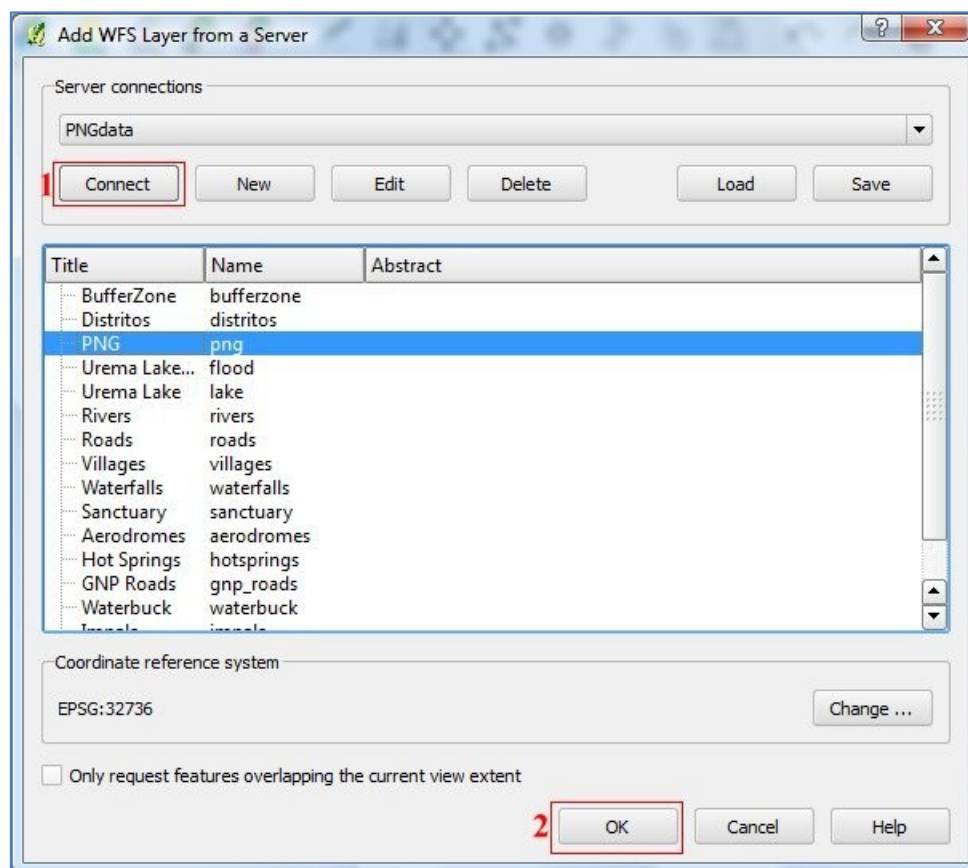


Figura 168: Uma vez estabelecida a ligação o QGIS mostra as camadas disponíveis

Depois de feita a ligação a janela mostra todos os dados cuja descrição no metadados do Mapfile foram bem feitas. Neste caso, pode ver na janela uma parte dos dados do WebSIG do PNG (fig. 29). Seleccione um dos objectos geográficos e faça OK. No projecto seleccionou-se a camada PNG ela surgiu no painel principal do QGIS (fig. 30).

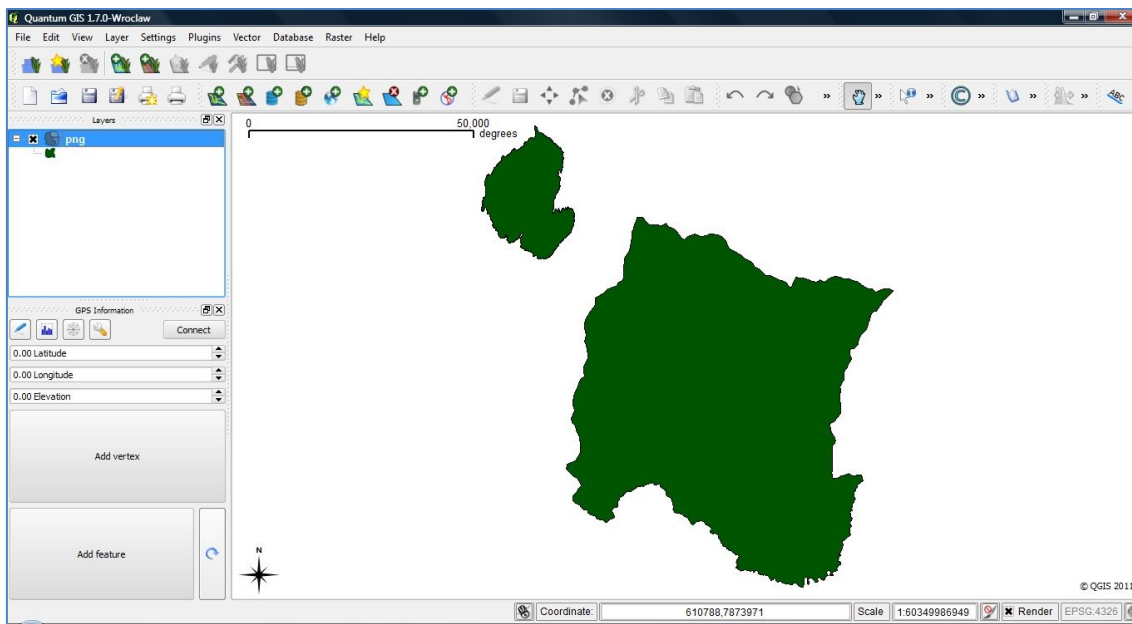


Figura 29: Visualização da camada no QGIS obtido via WFS

IV. Em seguida pode gravar a camada em qualquer dos 17 formatos que o *QGIS 1.7.0 - Wroclaw* oferece. Entre os diferentes formatos que pode gravar encontramos, entre outros, o shapefile da ESRI, o KML do Google Earth, AutoCAD DXF, CSV, Mapinfo file e GML. No nosso exemplo gravamos como shapefile da ESRI.

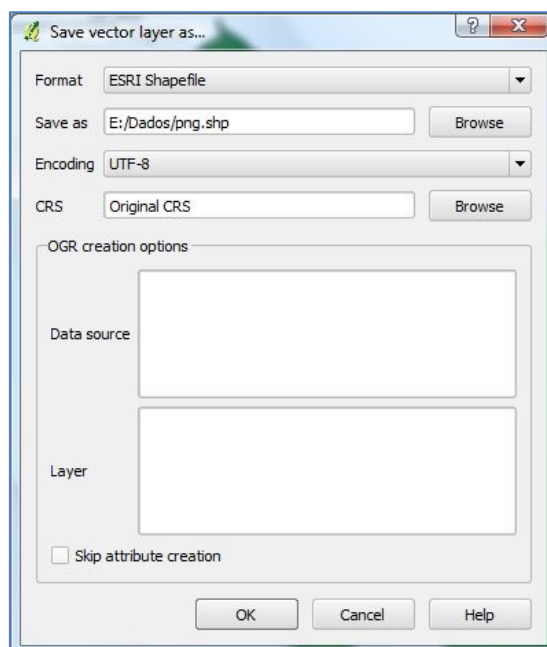


Figura 170: Pode-se salvar a camada obtida via WFS em qualquer dos 17 formatos oferecidos

5.6. Conclusão

O MapServer é um servidor de mapas fácil de instalar e configurar no sistema operativo Windows. Processa mapas de alta qualidade. O serviço WFS básico é muito fácil de configurar, não exige linhas de código muito complexas. O Mapfile, o coração do MapServer, onde definimos as relações entre os objectos, geográficos ou não, é simples e fácil de aprender e acima de tudo está muito bem documentado.

Usando a base de dados PostgreSQL/PostGIS como repositório de dados tem inúmeras vantagens. Além de ser um sistema de gestão de base dados poderoso, com variadíssimas capacidades que vão muito além do que aqui foi descrito e experimentado e possuir avançadas funções de geoprocessamento, é um software de código aberto e gratuito. A sua instalação, no sistema operativo Windows, também não oferece grandes dificuldades.

A ferramenta pmapper oferece de uma maneira fácil uma vasta gama de funcionalidades e múltiplas configurações às aplicações MapServer baseados em PHP/MapScript, bastando para isso modificar os ficheiros de configuração e formatação e adapta-los conforme os nossos propósitos. É necessário ter, no mínimo, conhecimentos básicos de PHP, HTML e Javascript.

É de grande utilidade o serviço WFS básico uma vez que os Serviços Científicos do PNG podem disponibilizar dados geográficos a indivíduos ou instituições que estejam interessados em estudos, teses ou pesquisas relacionados com o parque.

Com a combinação destes três softwares, MapServer, PostgreSQL/PostGIS e pmapper, podemos construir aplicações poderosas com interfaces bastante atractivas, fáceis de manejar e acima de tudo funcionais. O interface permite ao utilizador de uma maneira bastante fácil manipular as diversas camadas existentes, de acordo com os seus propósitos e necessidades.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

A decisão dos Serviços Científicos do PNG de criarem um WebSIG é de grande importância para a divulgação das potencialidades do parque no mundo. Esta decisão é tomada por milhares de empresas e instituições ao redor do mundo ao longo dos últimos anos, porque a implementação de WebSIG, neste período, está tendo um crescimento exponencial, muito principalmente com a utilização de softwares de código aberto e gratuitos.

Devido ao grande número de programadores espalhados pelo mundo, os softwares de código aberto estão em constante actualização e atingiram um nível de qualidade que em nada ficam a dever aos softwares proprietários. Só ao longo deste projecto trabalhou-se com 3 versões de QGIS (iniciou-se com a versão 1.5 e surgiram ao longo do trabalho versões 1.6 e 1.7), surgiram 2 versões de MS4W e 2 versões do pmapper. Cada nova versão implica melhoramentos no software.

Os softwares de código aberto utilizados, MapServer, PostgreSQL/PostGIS, pmapper e QGIS, além de produzirem aplicações fiáveis e de boa qualidade serem fáceis de aprender, fáceis de instalar e bem documentadas, mostraram ser de alta interoperabilidade. A comunicação entre eles é feita de maneira simples, bastando apenas escrever pequenas e simples linhas de código.

A aplicação WebSIG resultante da utilização dos softwares de código aberto atrás descritos cumpre com os objectivos traçados pelo projecto: um WebSIG para distribuição e difusão de dados e informações geográficas relevantes relacionados com o parque que facilita o acesso e a consulta de mapas interactivos por parte de potenciais clientes do parque. Os utilizadores podem visualizar, manipular, imprimir e descarregar os diversos temas do interface com rapidez e facilidade. Caso alguém queira fazer um estudo ou pesquisa poderá ter um primeiro contacto através do WebSIG e posteriormente poderá obter os dados espaciais via WFS, com a devida autorização e fornecimento de senha pelos Serviços Científicos. Realça-se o facto de se poder

construir uma aplicação como o WebSIG do PNG a custo zero, uma vez que as licenças são livres. Os objectivos da tese foram atingidos.

A nível pessoal significou para o autor um aprofundamento de conhecimentos a nível de programação com softwares de código aberto, que estão muito bem documentados e utilização de novas fontes de ajuda tais como nos fóruns de programadores e listas de correspondência (mailing-list). A utilização destas fontes, principalmente do MapServer e pmapper, permitiu resolver uma série de entraves a nível de programação, que surgiam frequentes vezes.

Devido a grande oferta de softwares de código aberto para WebSIG, uma das principais dificuldades encontradas foi a escolha de software para desenvolver a aplicação. Uma vez escolhidos os softwares, os fóruns, as listas de correspondência e o espírito de entreatajuda existente na comunidade de software de código aberto e livre ajudam bastante.

6.2. Limitações e recomendações

O WebSIG do PNG como aplicação é susceptível de melhorias. Devido ao grande volume de dados recomenda-se que se crie uma outra aplicação somente com camadas da distribuição animal onde também podem estar camadas da distribuição vegetal. Criar diferentes tipos de acessos para turistas, pesquisadores e funcionários do parque que necessitem de informações e dados para trabalho diário e gestão do parque.

Outras melhorias que podem ser implementadas são: a possibilidade dos utilizadores poderem mostrar no mapa as suas rotas gravadas em GPS e posteriormente imprimi-las; adaptar a aplicação de maneira que seja acessível a partir de dispositivos móveis (PDA).

Devido às rápidas mudanças que se verificam no meio do software de código aberto recomenda-se que se acompanhe e se actualize as versões dos softwares, uma vez que cada versão traz normalmente novas funcionalidades e melhorias nas funções já existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acordo de gestão conjunta do Parque Nacional da Gorongosa entre, o governo da República de Moçambique, representado pelo Ministério do Turismo e a Gregory C. Carr foundation (2008)

Benigno, M. (2007). *Utilização do Mapserver no gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba*. http://profmarcello.blogspot.com/2007_09_01_archive.html. [Último acesso em 20/08/11].

Bonnici, A. (2005). *WebGIS Software Comparision Framework*. Geomatics Dpt., Sir Sandford Fleming College.

Chen, R. (2007). Geographic information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum. *Journal of Retailing and Consumer Services* 14 (2007) 289–295.

Chou, T., (2008). *Web GIS In Practice: Creating Interactive Maps in Taiwan*. URL: http://www.gisdevelopment.net/technology/gis/techgis_jan08.htm, [Último acesso em 03/02/2011].

Department of Geography, San Diego State University. (2002). *What is GISystem?* URL: http://map.sdsu.edu/geoagent/gis_intro.htm#definition, [Último acesso em 11/01/11].

Detwiler, J. & Dutton, J. (2009). *Intoduction to Web Mapping*. URL: https://www.e-education.psu.edu/geog863/resources/l3_p3.html, [Último acesso em 08/02/2011].

Ellul, C., Haklay, M. & Francis, L (2008). *Empowering Individuals and Community Groups – is Web GIS the Way Forward?* URL: http://ucl.academia.edu/ClaireEllul/Papers/78773/Empowering_Individuals_and_Community_Groups_is_Web_GIS_the_Way_Forward, [Último acesso em 07/02/2011].

Free Software Foundation (2010). URL: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>, [Último acesso em 21/02/2011].

Geoserver (2011). <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>, [Último acesso em 27-02-2011].

Gorni, D., Giannotti, M., Knopik, A., Brito, P & Rodrigues, M. (2007). Open source Web GIS - Sistema de Informação Geográfica de Expedições. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3953-3960.

GRASS (2011). <http://grass.osgeo.org/>, [Último acesso em 27-02-2011].

gvSIG (2011). <http://www.gvsig.com/>, [Último acesso em 27-02-2011].

HABEaS (Hotspot Areas for Biodiversity and Ecosystem Services). <http://www.habeas-med.org/>, [Último acesso em 17-09-2011].

ILWIS (2011). <http://52north.org/>, [Último acesso em 27-02-2011].

IMAGEJ (2011). <http://rsbweb.nih.gov/ij/>, [Último acesso em 27-02-2011].

IUCN (2011). http://www.iucn.org/about/work/programmes/pa/pa_products/wcpa_categories, [Último acesso em 27-02-2011].

Maguire, D., Goodchild, M. & Rhind, D. (1991). *Geographical Information Systems, Principles and Applications*. London: Longman Scientific & Technical.

MapFish (2011). <http://mapfish.org/>, [Último acesso em 02-03-2011].

MapServer (2011). <http://mapserver.org/>, [Último acesso em 27-02-2011].

Maptools (2011). <http://maptools.org/>, [Último acesso em 29-02-2011].

Marcelo, A. (2004). *Segurança é maior em sistemas livres*. URL: <http://www.comciencia.br/200406/reportagens/04.shtml>, [Último acesso em 21-02-2011].

Mitchell, T. (2005). *Web Mapping Illustrated*. O'Reilly Media.

- OGC 09-025r1 and ISO/DIS 19142, (2010). OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard.
- OpenEV (2011). <http://openev.sourceforge.net/>, [Último acesso em 27-02-2011].
- OpenLayers (2011). <http://openlayers.org/>, [Último acesso em 29-02-2011].
- Open Source Licenses for Dummies. <http://knol.google.com/k/open-source-licenses-for-dummies#>. [Último acesso em 16-03-2011].
- Optiks(2011).<http://opticks.org/confluence/display/opticks/Welcome+To+Opticks>, [Último acesso em 27-02-2011].
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (2008). *The future of the Internet Economy*. URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/20/41/40789235.pdf>, [Último acesso em 17/01/11].
- OSSIM (2011). http://www.ossim.org/OSSIM/OSSIM_Home.html, [Último acesso em 27-02-2011].
- Painho, M. & Curvelo, P. (2009). *Definição do Campo da Ciência de Informação Geográfica*. E-book: Nova e-learning.
- Parque Nacional da Gorongosa. www.gorongosa.net. [Último acesso em 27-08-2011].
- Penev, P. (2006). *Internet GIS and Internet Mapping*. URL: http://www.datamap-bg.com/conference_cd/pdf/P12_PPenev.pdf, [Último acesso em 01/02/2011].
- Peng, Z. & Tsou, M. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- pmapper (2001). <http://www.pmapper.net>, [Último acesso em 12/09/2011].
- PostGIS (2001). <http://postgis.refractory.net>, [Último acesso em 01/08/2011].
- PostgreSQL (2001). <http://postgresql.org>, [Último acesso em 01/08/2011].
- QGIS (2011). <http://www.qgis.org/>, [Último acesso em 27-07-2011].

Ramsey, P. (2007). *The State of Open Source GIS*. Refrations Research, Victoria, BC, Canada.

Rasas, J, Sathisan, S. & Lee, J. (1995). *GIS for Resource Management at the Lake Mead National Recreation Area*. ESRI Conference paper. URL: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc95/to200/p152.html>. [Último acesso em 16/01/11].

SAGA (2011). <http://www.saga-gis.org/en/about/software.html>, [Último acesso em 27/03/11].

Seker, D., Kabdasli, S., Duran, E., Mercan, D. & Erginoz, L. (2002). *Analyzing and management of tourism activities by means of GIS technique*. International Symposium on GIS, September 23-26, Istanbul - Turkey.

Software Aberto na Administração Pública (2004). Caixa Mágica. URL: http://www.caixamagica.pt/documentacao/SAnaAP_1_1.pdf. [Último acesso em 21-02-2011].

Tsou, M & Smith, J. (2011). *Free and Open Source for GIS Education*. Department of Geography, San Diego State University.

uDIG (2011). <http://udig.refrations.net/>, [Último acesso em 27-02-2011].

USGS (2011). http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster/#what, [Último acesso em 20-09-2011].

WHRC (2011). *Protected Area Watch for the Albertine Rift (PAWAR) Data Access*. URL: <http://www.whrc.org/mapping/pawar/index.html>, [Último acesso em 16/02/2011].

Zhu, Y., Yang, C., Wong D. & Kafatos, M. (2005). A Distributed GIS for Managing Shanghai Landscape Resources. Vol. 11, Nº 1, June 2005. *The International Association of Chinese Professionals in Geographic Information Science (CPGIS)*

ANEXO – Parte do Mapfile png.map do WebSIG do PNG

Start of map file

MAP

EXTENT 599074 7845000 704354 8015000 #541821 7795340 711613 8115000 #

UNITS meters

SIZE 600 400

SHAPEPATH ".././../pmapper_demodata/data"

SYMBOLSET "../common/symbols/symbols-pmapper.sym"

FONTSET "../common/fonts/msfontset.txt"

RESOLUTION 96

IMAGETYPE png

INTERLACE OFF

PROJECTION

"init=epsg:32736"

END

Image formates for GD

OUTPUTFORMAT

NAME "jpeg"

DRIVER "GD/JPEG"

MIMETYPE "image/jpeg"

IMAGEMODE RGB

FORMATOPTION "QUALITY=70"

EXTENSION "jpg"

END

OUTPUTFORMAT

NAME GTiff

DRIVER "GDAL/GTiff"

MIMETYPE "image/tiff"

IMAGEMODE RGB

#FORMATOPTION "TFW=YES"

#FORMATOPTION "COMPRESS=PACKBITS"

EXTENSION "tif"

END

Start of web interface definition

WEB

TEMPLATE "map.html"

IMAGEPATH "/ms4w/tmp/ms_tmp/"

IMAGEURL "/ms_tmp/"

END # Web

Start of Reference map definition

```

REFERENCE
  EXTENT 535249 7793030 729592 8013961
  IMAGE "../images/reference_png.png"
  SIZE 99 113
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 255 0 0
END # Reference

```

```

# Start of ScaleBar definition
#
SCALEBAR
  STATUS off
  TRANSPARENT off
  INTERVALS 4
  SIZE 200 3
  UNITS kilometers
  COLOR 250 250 250
  OUTLINECOLOR 0 0 0
  BACKGROUNDCOLOR 100 100 100
  STYLE 0
  POSTLABELCACHE true
  LABEL
    COLOR 0 0 90
    #OUTLINECOLOR 200 200 200
    SIZE small
  END # Label
END # Reference

```

```

# SYMBOLS USED IN PMAPPER
Symbol
  Name 'circle'
  Type ELLIPSE
  Filled TRUE
  Points
    1 1
  END
END

```

```

Symbol
  Name 'square'
  Type VECTOR
  Filled TRUE
  Points
    0 1
    0 0
    1 0
    1 1
    0 1
  END
END

```

```
CONFIG "MS_ENCRYPTION_KEY" "E:mykey.txt"    #Para encriptar a senha da
base de dados
```

```
#===== INÍCIO DA SECÇÃO DAS CAMADAS (LAYERS) =====#
```

```
LAYER
```

```
NAME "jpl_wms_global_mosaic"
```

```
TYPE RASTER
```

```
STATUS OFF
```

```
#CONNECTION "http://wms.jpl.nasa.gov/wms.cgi?"
```

```
CONNECTION
```

```
"http://geoposser.com:443/server/services/request.php?jname=/wms.img&"
```

```
CONNECTIONTYPE WMS
```

```
PROJECTION
```

```
"init=epsg:4326"
```

```
"#+proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs no_defs"
```

```
END
```

```
METADATA
```

```
"DESCRIPTION"      "Global Mosaic"
```

```
"wms_srs"           "EPSG:4326"
```

```
"wms_name"          "Virtual%20Earth"
```

```
"wms_server_version" "1.1.1"
```

```
"wms_format"        "image/jpeg"
```

```
"ows_title"         "jpl_wms_global_mosaic"
```

```
END
```

```
END
```

```
# Start of Layer distritos.shp
```

```
#
```

```
LAYER
```

```
NAME "distritos"
```

```
LABELITEM "DISTRITO"
```

```
METADATA
```

```
"DESCRIPTION" "Districts around the park"
```

```
"RESULT_FIELDS" "distrito, area, perimetro, populacao"
```

```
"RESULT_HEADERS" "Distrito,Area, Perimetro, Populacao"
```

```
"ows_title"     "distritos"
```

```
"wfs_title"      "Distritos" ##REQUIRED
```

```
"wfs_srs"        "EPSG:32736" ## REQUIRED
```

```
"gml_include_items" "all" ## Optional (serves all attributes for layer)
```

```
"gml_featureid"   "ID" ## REQUIRED
```

```
END # Metadata
```

```
CONNECTIONTYPE POSTGIS
```

```
PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
```

```
CONNECTION "dbname=PNG user=postgres host=localhost
```

```
password={682542AA53D89309}"
```

```
DATA "the_geom FROM distritos using unique gid USING SRID=32736"
```

```
STATUS Default
```

```
TRANSPARENCY 40
```

```
TYPE polygon
```

```
DUMP True
```



```

TEMPLATE void
PROJECTION
  "init=epsg:32736"
END

CLASSITEM "distrito"
  CLASS
  Name 'Gorongosa'
  EXPRESSION 'GORONGOSA'
  STYLE
    COLOR 64 0 0
    OUTLINECOLOR 0 0 0
  END
  LABEL
    SIZE 8
    TYPE truetype
    FONT FreeMonoOblique
    COLOR 0 128 0
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    ANGLE follow
    POSITION uc
    MINDISTANCE 200
    PARTIALS false
    OFFSET 0 0
  END #Label

END # Class

CLASS
Name 'Muanza'
  EXPRESSION 'MUANZA'
  STYLE
    COLOR 192 192 0
    OUTLINECOLOR 0 0 0
  END

  LABEL
    SIZE 8
    TYPE truetype
    FONT FreeMonoOblique
    COLOR 0 128 0
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    ANGLE follow
    POSITION uc
    MINDISTANCE 200
    PARTIALS false
    OFFSET 0 0
  END #Label

END # Class

CLASS
Name 'Nhamatanda'
  EXPRESSION 'NHAMATANDA'
  STYLE

```

```

        COLOR 0 99 192
        OUTLINECOLOR 0 0 0
    END
    LABEL
        SIZE 8
        TYPE truetype
        FONT FreeMonoOblique
        COLOR 0 128 0
        OUTLINECOLOR 0 0 0
        ANGLE follow
        POSITION uc
        MINDISTANCE 200
        PARTIALS false
        OFFSET 0 0
    END #Label

END # Class

CLASS
Name 'Cheringoma'
    EXPRESSION 'CHERINGOMA'
    STYLE
        COLOR 243 141 21
        OUTLINECOLOR 0 0 0
    END

    LABEL
        SIZE 8
        TYPE truetype
        FONT FreeMonoOblique
        COLOR 0 128 0
        OUTLINECOLOR 0 0 0
        ANGLE follow
        POSITION uc
        MINDISTANCE 200
        PARTIALS false
        OFFSET 0 0
    END #Label

END # Class

CLASS
Name 'Dondo'
    EXPRESSION 'DONDO'
    STYLE
        COLOR 255 0 0
        OUTLINECOLOR 0 0 0
    END

    LABEL
        SIZE 8
        TYPE truetype
        FONT FreeMonoOblique
        COLOR 0 128 0
        OUTLINECOLOR 0 0 0

```

```

        ANGLE follow
        POSITION uc
        MINDISTANCE 200
        PARTIALS false
        OFFSET 0 0
    END #Label

END # Class

END # Layer Distritos.shp

#
# Start of Layer Buffer_Zone.shp
#
LAYER
NAME "bufferzone"
METADATA
    "DESCRIPTION" "Buffer Zone"
    "RESULT_FIELDS" "perim_km,area_km2"
    "RESULT_HEADERS" "Perimetro_km,Area_km2"
    "ows_title" "bufferzone"
    "wfs_title" "BufferZone" ##REQUIRED
    "wfs_srs" "EPSG:32736" ## REQUIRED
    "gml_include_items" "all" ## Optional (serves all attributes for layer)
    "gml_featureid" "ID" ## REQUIRED
END # Metadata
CONNECTIONTYPE POSTGIS
PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
CONNECTION "dbname=PNG user=postgres host=localhost
password={682542AA53D89309}"
DATA "the_geom FROM buffer_zone using unique gid USING SRID=32736"
STATUS Default
TRANSPARENCY 60
TYPE polygon
DUMP True
CLASS
    Name 'bufferzone'
    COLOR 192 140 0
    OUTLINECOLOR 0 128 0
END # Class
TEMPLATE void
PROJECTION
    "init=epsg:32736"
    #" +proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs no_defs"
END

END # Layer buffer zone

# Start of Layer png.shp

```

```

#
LAYER
NAME "png"
METADATA
  "DESCRIPTION" "Park"
  "RESULT_FIELDS" "area_sqm,area_sqkm,perim_km,obs, zone"
  "RESULT_HEADERS" "Area_m2,Area_km2,Perimetro_km,Obs, Zone"
  "ows_title"      "png"
  "wfs_title"      "PNG" ##REQUIRED
  "wfs_srs"        "EPSG:32736" ## REQUIRED
  "gml_include_items" "all" ## Optional (serves all attributes for layer)
  "gml_featureid"   "ID" ## REQUIRED
END # Metadata
CONNECTIONTYPE POSTGIS
PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
CONNECTION "dbname=PNG user=postgres host=localhost
password={682542AA53D89309}"
DATA "the_geom FROM png using unique gid USING SRID=32736"
STATUS Default
TRANSPARENCY 60
TYPE polygon
DUMP True
CLASS
  Name 'png'
  COLOR 0 128 0
  OUTLINECOLOR 0 0 0
END # Class
TEMPLATE void
PROJECTION
  "init=epsg:32736"
  #" +proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs no_defs"
END

END # Layer png.shp

END #Map

```